TÜRKİYE'DE PİYASAYA SUNULAN BEBEK MAMALARINDA GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ ORGANİZMA (GDO) VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ERDEM ARTUVAN

MERSİN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman
Yrd. Doç. Dr. Salih AKSAY

<u>MERSİN</u>
ARALIK - 2016

ONAY

Erdem ARTUVAN tarafından Yrd. Doç. Dr. Salih AKSAY danışmanlığında ve hazırlanan "Türkiye'de Piyasaya Sunulan Bebek Mamalarında Genetiği Değiştirilmiş Organizma (GDO) Varlığının Araştırılması" başlıklı bu çalışma aşağıda imzaları bulunan jüri üyeleri tarafından oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Ünvanı, Adı ve Soyadı	İmza
Prof.Dr. H. Ibrahim EKİZ	....
Doç. Dr. Ahmet Doğan DUMAN	....
Yrd. Doç. Dr. Salih AKSAY	....

Yukarıdaki Jüri kararı Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 12/01/2017 tarih ve 02-2017/46 sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ayla ÇELİK

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

Bu tezde kullanılan özgün bilgiler, şekil, çizelge ve fotoğraflardan kaynak göstermeden alıntı yapmak 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu hükümlerine tabidir.

ETİK BEYAN

Mersin Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmeliğinde belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında,

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlâk kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak kullandığımı,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü Mersin Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı,
- Tezin tüm telif haklarını Mersin Üniversitesi'ne devrettiğimi

beyan ederim.

ETHIC DECLERATION

This thesis is prepared in accordance with the rules specified in Mersin University Graduate Education Regulation and I declare to comply with the following conditions,

- I have obtained all the information and the documents of the thesis in accordance with academic rules,
- I presented all the visual, auditory and written informations and results in accordance with specified ethics,
- I refer in accordance with the norms of scientific Works about the case of exploitation of the other's work,
- I used all of the referred works as the references,
- I did not do any tampering in the used data,
- I did not present any part of this thesis as an another thesis at Mersin University or another university,
- I transfer all copyrights of this thesis to the Mersin University.

23/12/2016

İmza / Signature
Erdem ARTUVAN

TÜRKİYE'DE PİYASAYA SUNULAN BEBEK MAMALARINDA GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ ORGANİZMA (GDO) VARLIĞININ ARAŞTIRILMASI

Erdem ARTUVAN

ÖZET

Biyoteknolojik yöntemlerle canlıların gen dizilimlerinin değiştirilip, mevcut özelliklerinin geliştirilmesi ve/veya yeni özellikler kazandırılması ile elde edilen organizmalara Genetiği Değiştirilmiş Organizma (GDO) denilmektedir. Bebeklerin yaşamlarının ilk ayları boyunca tükettikleri Bebek Sütleri ve Bebek Devam Sütleri de türevlerine göre soya, mısır, pirinç gibi ürünleri içerebilmektedir. Dünya'da yoğun olarak genetiği değiştirilmiş organizma sınıfında üretilen bu bileşenleri içeren bebek formüllerinde de GDO taraması yapılması gerektiği düşünülmüştür. Bu tezde, 2011 yılında Türkiye'de piyasaya sürülen Bebek Sütlerinde ve Bebek Devam Sütlerinde, % Kül, % Rutubet, Toplam Yağ, Karbonhidrat, Protein analizleri ve Real Time PCR yöntemi ile GDO taraması yapılmıştır. GDO taraması sonucunda p35S, tNOS ve pFMV izgenlerini içeren ürüne rastlanmamıştır.

Anahtar Kelimeler: GDO, Bebek Sütü, Devam Sütü

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Salih AKSAY, Mersin Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

INVESTIGATION OF THE PRESENCE OF GENETICALLY MODIFIED ORGANISM (GMO) IN BABY FOODS PRESENTED TO THE MARKET IN TURKEY

Erdem ARTUVAN

ABSTRACT

It is called Organism Genetically Modified Organism (GMO) which is obtained by biotechnological methods to modify the genetic sequences of living things, to improve their existing properties and / or to gain new features. Baby Milk and Baby Continue Milk, which the babies consume during their first month of the life, can also contain products such as soy, corn, rice according to their derivatives. It is thought that GMO screening should also be done in baby formulas that contain these components which are extensively produced in the genus modified organism class in the world. In this thesis, in 2011 released the proposed baby milk in Turkey and baby continue in milk,% Ash,% Moisture, Total Fat, Carbohydrates, Protein Analysis and Real Time PCR GMO screening was conducted. As a result of the GMO scan, no product containing the p35S, tNOS and pFMV isomers was found.

Key Words: GMO, Baby Milk, Follow on formula

Advisor: Asst. Prof. Dr. Salih AKSAY, Department of Food Engineering, Mersin University

TEŞEKKÜR

Bu tezin hazırlanmasında desteğini esirgemeyen, bilgi ve tecrübesi ile yol gösteren, tez danışmanım, değerli hocam Sayın Yrd. Dr. Salih AKSAY'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans Eğitimim süresince gerek teorik gerekse pratik anlamda, tüm imkanlarından faydalandığım Gıda Mühendisliği Bölümü'ne ve Ana Bilim Dalı Başkanı, değerli hocam Sn. Prof. Dr. H. İbrahim EKİZ'e teşekkürlerimi sunuyorum.

Yüksek Lisans Eğitimimin bir döneminde danışman hocam olan, bilgi birikimi ile yanımda olan değerli hocam Sn. Prof. Dr. Nüzhet TÜRKER'e teşekkür ediyorum.

Tezimin analiz aşamasında imkanlarından faydalandığım Mersin Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü'ne ve bu imkanların kullanılmasında motivasyonunu ve desteğini her zaman hissettiğim, değerli müdürüm Sn. Mehmet KILINÇ'a; Kimyasal Analiz, Fiziksel Analiz ve GDO/Biyogüvenlik Analiz Laboratuvarı Birimlerine, kıymetli mesai arkadaşlarım Veteriner Hekim M. Kürşat ÖZTÜRK'e, Mühendis Kağan BİLGİÇ'e, Kimyager Mustafa ŞİMŞEK'e, Yüksek Mühendis Mehmet KELEŞ'e ve Su Ürünleri Mühendisi Dr. Mustafa UÇAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her aşamasında yanımda olan, beni dünyaya getirip büyüten Anneme ve Babama, tezimi tamamlayabilmem için sürekli teşviklerini hissettiğim 3 bacıma, tanıştığım ilk andan itibaren yaşamımı şekillendiren, zor anlarımın ortağı ve mutluluğumun kaynağı eşim Zuhal ARTUVAN'a, aramıza geldiği ilk günden itibaren neşemize neşe katan, yaşama sevincimiz oğlum Çağan ARTUVAN'a sonsuz sevgilerimi ve teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

TABLOLAR DİZİNİ

ŞEKİLLER DİZİNİ

KISALTMALAR ve SİMGELER

Kısaltma/Simge	Tanım
OD	: Optik yoğunluk
CT	: Cycle Threshold – Döngü Eşiği
DNA	: Deoksiribo Nukleik Asit
PCR	: Polimeraz Zincir Reaksiyonu
Real Time PCR	: Gerçek Zamanlı PCR
EB	: Boş Kontrol (Empty Blank)
IC	: İç Kontrol (Internal Control)
PK	: Pozitif Kontrol
NK	: Negatif Kontrol
GD	: Genetiği Değiştirilmiş
GDO	: Genetiği Değiştirilmiş Organizma (GMO)
CRM	: Sertifikalı Referans Madde

1. GİRİŞ

DNA'nın varlığının 1953 yılında bilimsel olarak keşfinin ardından, 1996 yılında ticari olarak üretilmeye başlanan Transgenik Bitkilerin ekim alanı, günümüze kadar 30 kat artarak 170 milyon hektara yaklaşmıştır. Bakteri ve virüs kökenli genlerin farklı türdeki bitkilere aktarılması ile de hastalıklara ve zararlılara dirençli yeni çeşitler geliştirilmiştir. Bu çeşitler hakkında henüz yetersiz veri bulunmasına rağmen, sonuçlanan çalışmaların neticeleri ve bilimsel çevrelerin getirdiği öngörüler ile toplum sağlığı açısından birçok risk potansiyelinin olduğu düşüncesi ortaya çıkmıştır. Bu riskler, dünya genelinde farklı boyutlarda göze alınmış ve bunun neticesinde özellikle AB ülkelerinde kısıtlayıcı düzenlemeler ortaya konulmuş, diğer taraftan, ABD ve diğer bazı ülkelerde transgenik ürünlerin (mısır, soya, kanola, pamuk vb.) üretimi hızla artmıştır.

Ülkemizde ise, sahip olunan biyo çeşitliliğin korunabilmesi ve doğal türlerin bozulmadan devamının sağlanabilmesi amacı ile genetiği değiştirilmiş ürün üretimine yasak getirilmiş; transgenik ürünlerin, belirli üst limitler dahilinde, sadece yem ürünlerini içerecek şekilde ithal edilmesine izin verilmiştir. Türkiye'deki gen mühendisliği çalışmalarına yön vermek amacı ile kurulan Ulusal Biyogüvenlik Kurulu; AB ülkelerinin de aralarında bulunduğu 100 ülke ile birlikte imzalanan Cartagena Biyogüvenlik Protokolüne uygun, düzenleyici mevzuatın hazırlanmasından sorumludur.

Dünya çapında her geçen gün hızla yaygınlaşan GDO'lu ürün üretimine nazaran, toplumdaki bilgi birikimi aynı hızla artmamaktadır. Konu hakkında uzman olan birkaç kişi ve kuruluş haricinde, bu ürünleri tüketen veya tüketme ihtimali bulunan büyük çoğunlukta, "GDO'lu ürün" denildiğinde oluşan kanının "zirai ilaç, hormon, zehir vb." kelimeleri ile oluşan kanı ile aynı olduğu yadsınamaz bir olgudur. GDO konusunda yapılan resmi kontrollerin varlığı, sıklığı, sayısı ve elde edilen sonuçları hakkında toplumun bilgi sahibi olamaması, transgenik ürün üretiminin riskini saptayacak çalışmaların henüz çok yeni olması, doğru veya yanlış öngörülerin ön plana çıkması neticesinde kamuoyunda bilgi eksikliği veya kirliliği oluşması, sürekli yeni çalışmaların yürütülmesi ihtiyacını ortaya çıkarmıştır.

İnsanların ilk besinleri olan bebek mamaları, içerdiği mısır, soya, pirinç vb. gibi bileşenler sebebi ile GDO'lu ürün içerebilme riski taşımaktadır. Bebek mamaları ile ilgili yayımlanmış bilimsel makale azlığı da göz önüne alındığında, bu ürünlerin genel bileşimlerinin tanımlanması ve GDO varlığının/yokluğunun belirlenmesi amacı ile taranması ihtiyacı doğmuştur.

Bu çalışmada, Türkiye'de 2011 yılında piyasaya sürülen bebek sütlerinde (0-6 ay besini) ve bebek devam sütlerinde (6-12 ay besini) GDO'lu ürün taraması yapılmıştır. Bu amaçla 5

markadan bebek sütü ve devam sütü numuneleri alınmış, genel bileşim analizleri (% Kül, % Rutubet, Toplam Yağ, Karbonhidrat, Protein) yapılmış ve Real Time PCR yöntemi ile GDO taraması (p35S, tNOS, pFMV genleri taraması) yapılmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMALARI

2.1 BEBEK MAMASI, BEBEK ÇOCUK EK BESİNLERİ

Bebeklerin yaşamlarının ilk ayları boyunca, uygun tamamlayıcı beslenme ile tanışıncaya kadar özel beslenme ihtiyaçlarını karşılayan, doğrudan veya su ilavesi dışında hiçbir işleme gerek duyulmadan tüketime hazır gıdalar, bebek maması veya bebek formülü olarak adlandırılmaktadır [1]. Bebeklerin doğdukları andan itibaren alabilecekleri formüller “Bebek Formülü” olarak adlandırılmakta, 6. aydan sonra tüketebilecekleri gıdalar ise “Devam Formülü” olarak adlandırılmaktadır. Türk Gıda Kodeksi ’ne göre, “Devam Formülü”, özel beslenme amacı ile, sadece anne ve çocuk beslenmesi üzerinde uzmanlaşmış tarafsız bir sağlık çalışanı tarafından bebeğin büyüme ve gelişim ihtiyaçlarına dayanarak farklı bir ay önerilmediği taktirde, altı aydan itibaren bebeklerin giderek çeşitlenen diyetlerindeki başlıca sıvı alımını oluşturan ürünler olarak tanımlanmıştır [2].

Bebek formüllerinin piyasada görülmesi birkaç on yıllık bir geçmişe dayanmaktadır. 1990’lı yılların başlarına kadar, bebek formülleri sadece, pediatri uzmanlarının, annelere önerisi ile kullanılabilen, ilaç kapsamında ürünler olarak değerlendirilmişlerdir. 1992 yılında ABD’de federal yasaların da desteği ile bebek formülleri direkt satış noktalarında görülmeye başlanmıştır [3, 4].

Bebek mamaları, bebeğin günlük besin ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde tasarlanmış, anne sütünün sentetik bir versiyonudur. Bu ürünler, yağların, proteinlerin, karbonhidratların ve mineraller gibi diğer besin öğelerinin ticari olarak uygun metotlar ile doğal besin maddelerine en yakın şekilde karışımlarından oluşmuştur. Bebek formüllerinin fiziksel stabilitesi, kompozisyon (protein bileşimi ve karbonhidrat seviyeleri), depolama şartları (sıcaklık, bağıl nem ve süre) ve kullanım gibi faktörlere bağlıdır. Bebek formülü üretiminde genel olarak karbonhidrat karışımları kullanılır. Ana besin öğelerinin yanında, bebek formülleri, karbonhidrat gruplarından, üretim tipine göre, mısır şurubu tatlandırıcıları, laktoz, sakaroz ya da nişasta içerebilmektedir. Formüllerde yer alan protein bileşenleri, kazeinlerin ve peynir altı suyu proteinlerinin birleşiminden oluşmaktadır. Laktoz, nişasta, maltodekstrin ve sakaroz, enerji bileşenlerini oluşturmaktadır. Genel olarak yağ asitleri, ayçiçeği, kolza, palm, kopra, mısır ve düşük olarak da hayvansal yağlardan gelmektedir. Ek olarak özel formüller, süt proteinleri toleransı düşük bireyler için, soya proteinlerini de içerebilmektedir (Tablo 2.1) [3, 5, 6, 7, 8, 9].

Tablo 2.1. Bebek formülleri ana bileşenleri [6]

Besin Bileşenleri	Bileşen Kaynakları
Protein içeriği	Yağsız süt tozu, yağsız süt, demineralize peynir altı suyu, Sodyum ve Kalsiyum Kazeinat, soya proteini ve saf soya sütü
Yağ içeriği	Soya, mısır, safran, ayçiçeği, kolza, palm, kopra
Karbonhidrat içeriği	Laktoz, nişasta, sakaroz, mısır şurubu ve mısır şurubu katıları
Mineral içeriği	
Majör	Kalsiyum karbonat, mono-, di- ve tribasic kalsiyum fosfat, dibasic magnezyum fosfat, potasyum sitrat, magnezyum klorit
Minör	Potasyum iyodit, demir sülfat, çinko sülfat
Vitaminler	A, E, K, C, B_1, B_2, B_6, B_{12}, niasin, folik asit, pantotenik asit, biyotin, kolin, inositol
Fonksiyonel bileşenler	Soya lesitini, mono- ve digliseritler, nişasta, karagenan

Bebek formülleri, süt bazlı, hidrolize protein bazlı, amino asit bazlı ve soya proteini bazlı olarak üretilmektedir.

Süt bazlı formüller, piyasada toz halinde, konsantre halde veya sıvı halde tüketime hazır olarak bulunabilmektedir. Bu formüller, yağsız inek sütünden üretilmekte ve üretim sırasında bitkisel yağ ilavesi yapılmaktadır. Daha lezzetli ve besleyici olması amacı ile üretim sırasında ek karbonhidratlar eklenmekte ve bazı proteinler kaldırılmaktadır [6].

Süte alerjisi olan veya protein toleransı düşük olan bireyler, hidrolize protein bazlı formülleri tercih etmektedirler. Hidrolize protein bazlı formüller piyasada toz halinde, konsantre halde veya sıvı halde tüketime hazır olarak bulunabilmektedir. Bu formüllerde, enzimatik olarak hidrolize edilmiş kazein, seçilmiş bazı amino asitlerle, azotla, mısır şurubu katıları kombinasyonları ile, karbonhidrat çeşitlerinden maltodekstrin veya sakaroz ile ve bitkisel yağlar ile zenginleştirilmiştir. Hidrolize edilmiş protein içeren formüller ek olarak yağ bileşenlerinden trigliserit zincirleri de içerebilmektedir [6].

İnek sütüne, soya proteinine veya hidrolize proteine dayalı formülleri tolare edemeyen bireyler, Amino Asit Bazlı formülleri tercih etmektedirler. Amino asit bazlı formüller piyasada sadece toz halinde bulunabilmektedir. Bu formüller, mısır şurubu katılarından, serbest amino asitlerden ve büyük besin bileşeni olarak bitkisel yağ karışımlarını içermektedir [6, 10].

Soya proteini bazlı formüller, piyasada toz halinde, konsantre halde veya sıvı halde tüketime hazır olarak bulunabilmektedir. Bu formüller, inek sütü ve laktoz toleransı düşük bireyler için uygun olabilmektedir. Soya bazlı formüllerde, soya proteinlerinin sindirebilirliğinin yüksek olması ve amino asit kompozisyonundaki farklılıklar nedeni ile protein seviyesi genellikler inek sütünden çok daha fazla olmaktadır. Dahası, sindirimle ilgili problemlerin artması nedeni ile bireylerin çoğu artan bir şekilde bu tip formülleri tercih etmektedir. Diğer taraftan, soyanın içerdiği fitatların, bazı besinsel minerallerle şelatlar oluşturduğu ve bunun da çinko gibi önemli minerallerin emilimini durdurduğu bilinmektedir [6, 11].

Genetiği değiştirilmiş soya ve/veya mısır ürünlerini içeren bebek mamaları, bisküviler, kekler, pudingler, şekerlemeler, çikolatalar, gofretler ve hazır çorbalar; bunlarla birlikte, yem içeriğinde mısır ve soyayı barındıran ve bunları tüketen tavuklardan oluşan gıdalar gibi, riskli gruba girmektedir [12].

Bu anlamda, Angoresi Brod, F. C. ve arkadaşlarının 2005 yılında Brezilya'da yaptıkları bebek mamalarında, soya ununda ve soya sütü tozunda PCR yöntemi ile GDO taraması çalışması bir örnek olarak verilebilir. Yapılan çalışma sonucunda, 265 örneğin GDO analizi yapılmış ve bebek mamalarında GD soyaya rastlanmamıştır [4].

Jovani, M., süt ile hazırlanan ve soya bazlı hazırlanan mamalarda, mineral maddelerin biyoyararlılığı üzerine bir tekrar gözden geçirme çalışması yapmış ve soya bazlı hazırlanan mamalarda minerallerin biyoyararlılığının düştüğünü göstermiştir [13].

Diğer taraftan, Alpsan, F. A., yüksek lisans tez çalışmasında 14 ticari bebek mamasında spektrofotometrik yöntemle lisin ve laktulaz taraması yapmıştır. Yüksek protein içeren mamaların, ısıl işlem sırasında, Maillard reaksiyonuna maruz kalma riskleri nedeni ile başta proteinler olmak üzere, önemli besin kaybı yaşanabilmektedir. Lisin, analiz edildiğinde, besin kaybının boyutları hakkında fikir verebilmektedir. Diğer bir Maillard reaksiyonu belirteci de Laktulozilisin maddesinin oluşmasıdır. Örneklerdeki lisin miktarları 47,85±2,07 ile 121,01±3,72 mg/g arasında; Laktuloz miktarları 20,29±3,04 ile 112,58±1,62 mg/100g arasında bulunmuştur [10].

Tokatlı, N. 2009 yılında yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında farklı formülasyonlarda üretilen bebek mamalarının bileşimlerini tespit etmiş ve *Enterobacter sakazakii* varlığını

araştırmıştır. Araştırmada 62 adet toz bebek maması numunesi toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı, toplam termofilik bakteri sayısı, toplam psikrofilik bakteri sayısı, Koliform bakteri sayısı ve *E. sakazakii* bakımından incelenmiştir. Bebek mamalarının mikrobiyolojik kalitesini gösteren bakterilerden en önemlileri Koliform grubu bakterilerdir. Bu bakterilerden özellikle mamalarda risk teşkil eden bakteri *Enterobacter sakazakii*'dir. Bu bakteri menenjite neden olmaktadır. Çalışma sonucunda örneklerin iki adedinde *E. sakazakii* izole edilmiştir [14].

Ergün, F. 1994 yılındaki doktora tezi çalışmasında, ülkemizde tüketime sunulan bebek mamalarının genel mikrobiyolojik kriterlerini incelemiş ve bazı patojen mikroorganizmalar yönünden değerlendirmiştir. Çalışmada 50 adet ithal ve 50 adet yerli mama numunesi incelenmiş, yerli numunelerin %12'sinin Gıda Maddeleri Tüzüğü'ne uymadığı görülürken, ithal numunelerde böyle bir uygunsuzluk görülmemiştir [15].

Yine Brezilya'da yapılan başka bir çalışmada, Branquinho, M. R. ve ark. 2010 yılında GDO etiketleme mevzuatının uygulanabilirliğini piyasa taraması yaparak kontrol etmişlerdir [16].

Tan, B. 2003 yılında yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında genetiği değiştirilmiş tarım ürünlerinin uzun vadeli yararlılığını değerlendirmek amacıyla böceğe dayanıklı ve yabancı ot ilaçlarına dayanıklı ürünlerin dinamik benzetim modellerini kurmuştur [17].

Ertuğrul, A. 2007 yılında yaptığı yüksek lisans tez çalışmasında soya ve mısırdan elde edilen ürünlerde DNA tabanlı kalitatif ve kantitatif analizler yaparak, GD oranını belirlemeye çalışmıştır. Büyük oranda ithal soyadan üretilen işlenmiş ve işlenmemiş soya ve hayvan yemi örneklerinde yüksek oranda GDO içeriğine rastlanmıştır [18].

Ezerskis, Z. ve ark., 2006 yılında yaptıkları çalışmada, bebek mamalarında PVC ürünlerde bir termal stabilizör olarak kullanılan 2-ethylhexanoic asit varlığını araştırmışlardır [19].

Schecter, A. ve ark., ABD'de satışa sunulan bebek mamalarında oldukça riskli bir kanserojen olan dioksin varlığını araştırmışlardır [20].

Hackenberg, R. ve Stachel, C., Almanya'da faaliyet gösteren Resmi Gıda Kontrol Laboratuvarları arasında bebek mamalarında Polisiklik Aromatik Hidrokarbonların varlığını araştıran bir karşılaştırma testi düzenlemiştir [21].

Mesias, M. ve ark., 2011 yılında yaptıkları bir çalışmada, İspanya'da piyasaya sürülen bebek mamalarında Furan bileşenlerinin varlığını araştırmışlardır [22].

2.2. GENETİĞİ DEĞİŞTİRİLMİŞ ORGANİZMALAR ve GDO'LU ÜRÜNLER

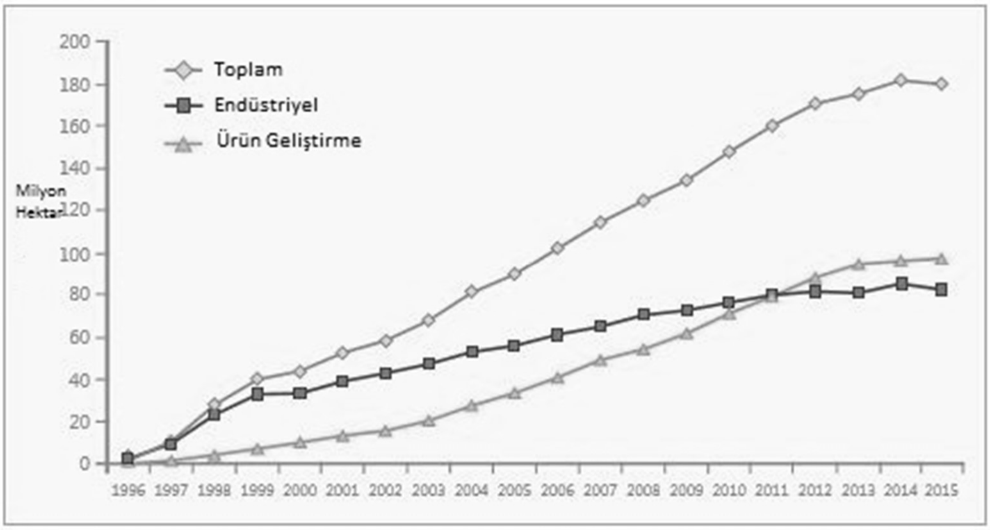
Tarımsal verimin arttırılması, tarım alanlarının fazlalaştırılması veya kıt arazilerden elde edilebilecek verimin yükseltilmesi ile mümkünüdür. Tarımsal alan veriminin arttırılması için bitkilerin genetik özelliklerinin geliştirilmesi, diğer taraftan da ileri tarım tekniklerinin doğru şekilde kullanılması gerekir. Son dönemde, bitki üretiminde kullanılan sulamanın, gübre atmanın ve bitki zararlıları ile mücadele amacıyla kullanılan ilaçların verimi olumlu yönde etkilemesine karşın, bu yöntemlerin hatalı ve bilinçsiz bir şekilde uygulanmasının ekolojiyi olumsuz etkilediği yadsınamaz bir gerçektir. Bu nedenle, tarımsal verim artışının, genetik yapıların iyileştirilmesi ve kimyasal girdilerin doğru bir uygulama ile kullanılması halinde mümkün olabileceği düşünülmektedir [23].

Gıdalar, gerçekleştirilen tüm teknolojik gelişmelere rağmen asla tamamen güvenli olamazlar. Gıda güvenliği, gıda kaynaklı hastalıklara sebep olabilecek çok çeşitli patojenler tarafından, ağır akut rahatsızlıklara sebep olan alg toksinleri tarafından, tetratojenik, immunotoksik, nefrotoksik ve estrojenik etkiler gibi akut ve kronik rahatsızlıklara sebep olan fungal toksinler tarafından tehdit edilmektedir. Günümüzde gıda üretim proseslerindeki gelişmeler genel olarak gıda güvenliğini arttırmaya yöneliktir. Katkı maddelerinin kullanılması, zirai ilaçlar kullanılması, kurutma işlemleri ve benzeri prosesler gibi genetiği değiştirilmiş ürün üretimi de gıda güvenliğini sağlama amacı ile yapılmaktadır [24].

Transgenik gıdalar, genetiği modifiye gıdalar veya genetiği değiştirilmiş gıdalar olarak tanımlanan gıdalar, bir organizmadan diğer organizmaya tekli veya çoklu gen bölgesinin transferi ile belirli özelliklerin kazandırıldığı ürünleri içeren gıdalardır. Biyoteknolojik teknikler ile canlılardaki gen dizisinin değiştirilmesi, sahip olduğu özelliklerinin geliştirilmesi veya yeni özellikler katılması ile üretilen organizmalara, Genetiği Değiştirilmiş Organizma adı verilmektedir [25]. Önceleri tarımsal alanlarda devam ettirilen biyoteknolojik uygulamalar, endüstriyel uygulamalara taşınmış, ilaç ve besin sanayisi gibi dallarda başarılı olmuştur. Moleküler biyoloji alanında yürütülen, tarımsal yeni ürün tasarımı ve hayvansal üretim üzerindeki çalışmalar, yüksek verimli özelliklere sahip yeni türlerin oluşmasının önünü açmıştır [26]. Bazı ülkelerde hayvansal ürünlerde de genetiği değiştirilmiş ürün üretme çalışmalarına izin verilmesine rağmen, FDA (Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi), sadece bitkisel kökenli GM ürün üretimine izin vermiştir [24, 27].

Genetiği değiştirilmiş ürünler, dünyanın büyük bir kesiminde kabul görmektedir. 1996 yılında 6 ülkede 1,7 milyon hektar olan GDO'lu ürün üretimi, 2008 yılında 25 ülkede 125 milyon

hektara çıkmıştır. 2015 yılında 28 ülkede toplam 170 milyon hektar alanda GDO'lu ürün üretimine ulaşılmıştır (Şekil 2.1) [28; 29, 24, 30].



Şekil 2.1. Küresel GDO'lu ürün üretimi (Milyon Hektar x Yıl) [31]

GDO'lu olarak üretilen ürünlerin başında, mısır, kolza, pamuk ve soya fasulyesi gelmektedir. Soya, mısır, kolza, pamuk ve şeker pancarı, %99 gibi bir oranla Dünya çapında GDO'lu ürünlerin başında gelmektedir. 2008 ile 2009 yılları arasında soya fasulyesi üretimi % 4,9'luk artışla 65,8 milyondan 69 milyon hektara ulaşmıştır. Amerika Kıtası en büyük GD soya üreticilerini barındırmaktadır. Güney Afrika'da 2009 yılında GDO'lu ürün üretimine başlanmıştır. GD mısır ise, ABD, Kanada, Güney Afrika, Arjantin, Filipinler, Uruguay, Honduras ve Şili'de toplam 42 milyon hektarda üretilmektedir. GD Kolza, ABD, Kanada ve Avustralya'da 6,4 milyon hektarlık alanda, GD Pamuk, Hindistan, Çin ve ABD de toplam 16 milyon hektarlık alanda üretilmektedir. Hindistan'da üretilen pamuk, 2009 yılından sonra % 87 oranında genetiği değiştirilmiş olarak üretilmeye başlanmıştır. 2007 yılında Amerika'da genetiği değiştirilmiş şeker pancarı üretimine geçilmiş, bunu takiben, herbisite dirençli pancar üretimi 2009 yılında 485.000 hektarlık alana yayılmıştır.

Ana GD ürünlerin dışında ABD'nin küçük bölgelerinde, GD bal kabağı; ABD ve Kolombiya'da GD papaya, Kolombiya'da GD karanfil, İspanya'da GD gül (mavi), Çin'de papaya ve kavak ağacı, domates, kırmızıbiber, petunya üretimi yapılmaktadır [29, 23].

Bitkisel ürünlerde gerçekleştirilen genetik modifikasyonlarla birlikte, hayvanlar üzerinde de genetik modifikasyon çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalara en büyük örnek, erişkin bir koyunun meme hücrelerinden Dolly isimli koyunun kopyalanmasıdır. Hayvanlarda yapılan genetik modifikasyonlar biyomedikal çalışmaların büyük bölümünde gerekli olmuştur. Buna örnek olarak, Dolly'yi takiben doğan Polly adlı ilk GD koyuna, eksiklik olması durumunda hemofili

hastalığı meydana getiren, kanı pıhtılaştırmaya yarayan, Faktör-9'un üretilmesini sağlayan, genetik kodun aktarılması verilebilir [12].

GD hayvanların gıda üretimi amacıyla kullanımına, peynir verimliliğini arttırma amaçlı yüksek kazeinli süt üretilmesi, ineklerde yüksek süt verimi verecek gen aktarımlarının yapılması, laktoza duyarlı insanlar için düşük laktoz içerikli veya laktozsuz süt üretilmesi gibi çalışmalar örnek verilebilir. Bunların yanında, kolesterol içeriği düşük yumurta üretimine yönelik çalışmalar, balıklar için büyümeyi destekleyici veya soğuk şartlara dayanıklılık sağlamayı amaçlayan çalışmalar sürdürülmektedir [25].

Genetiği değiştirilmiş ürünlerin üretimi ve ticari olarak kullanılması konusunda tartışmalar sürmektedir. Avrupa Birliği, kamuoyunun reaksiyonlarından çekindiği için bu çalışmalara yakın durmasa da İngiltere'de kimi yerlerde kontrollü üretim devam etmektedir. Bunun yanında, Bulgaristan, Almanya, Romanya, Fransa gibi ülkelerde küçük çapta deneme amaçlı GD ürün üretimi devam etmektedir [25].

Ülkemizde ise, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı iznine tabi olmak koşulu ile biyoteknolojik araştırmalar sürerken, ODTÜ bünyesinde de yürütülen çalışmalar sürmektedir. Halen, seri şekilde genetiği değiştirilmiş ürün üretilmemektedir [25].

Tüketicilerin genetiği değiştirilmiş ürünler ile ilgili düşünceleri, toplumun bilgi dağarcığı ve eğitilme seviyelerine göre farklılık göstermekte, dünyanın birçok yerinde çok farklı tepkiler oluşabilmektedir. Ülkemizin dışında yapılan araştırma verilerine bakıldığında, halkın genel bakışla biyoteknolojik çalışmalarla, özelde ise genetiği değiştirilmiş organizmalarla ilgili bilgi birikimlerinin büyük oranda farklılık arz ettiği görülebilir. Amerika Birleşik Devletleri'nde toplum üzerinde gerçekleştirilen tarama çalışmaları neticesinde, halkın büyük bölümünün, tarım sahalarında ve gıda endüstrisinde biyoteknolojik uygulamaların kullanımı konusunda düşük düzeyde bilgiye sahip olduğu, biyoteknolojik uygulamalar ile ilgili bilgilerinin alt seviyede bulunduğu, % 43'lük kısmın GD gıdaları tanıdığı ve mısır içeren GD gıdalarla ilgili küçük bir bilgilendirmeden sonra % 50'sinin GD gıdaları anımsadığı, genel değerlendirme ile genetiği değiştirilmiş organizmalar hakkında bilgi düzeylerinin alt düzeyde olduğu, organik tarımla üretilen ürünleri tercih eden kişilerin genetik modifikasyon uygulamaları ve neticeleri konusunda daha eğitimli oldukları ve büyük kısmının GD ürün tüketmedikleri tespit edilmiştir [32].

AB kapsamında yapılan araştırmalar neticesinde ise, Danimarka'da toplumun %57'lik kısmının "biyoteknolojik" kelimesini önceden duyduğu, %37'sinin 4 farklı seçenek verildiğinde, biyoteknoloji için en doğru açıklamayı bulabildiği, Belçikalı halkın büyük kısmının genetiği

değiştirilmiş organizmalardan haberi olduğu, İrlanda'da biyoteknolojik uygulamalara ilginin çok düşük düzeyde olduğu ve az sayıdaki insanın doğru tanımlamayı yapabildiği, Yunanistan'da tüketicilerin % 27'lik kısmının GD ürünlerin farkında olduğu, İspanyalıların GDO'lar hakkında çok az bilgiye sahip olduğu, organik ürün tüketen kesimin ise Genetik Modifikasyon teknolojileri ve sonuçları konusunda daha bilinçli olduğu tespit edilmiştir [32].

Dünya'nın diğer kesiminde gerçekleştirilen çalışma sonuçlarına bakıldığında ise, Güney Afrika'daki insanların çok büyük bölümünün GD gıdayı doğru olarak tanımlayamadığı ya da ilk kez duyduğu ve pazarda GD gıdaların bulunup bulunmadığı, bunların yarar ve zararları hakkında bilgisiz oldukları belirlenmiştir. Kolombiya'da ise, genetiği değiştirilmiş ürünler ile ilgili bilginin çok zayıf olduğu, bilgilendirmenin artması ile paralel olarak bu ürünlere karşı davranışların da değiştiği gözlenmiştir [32].

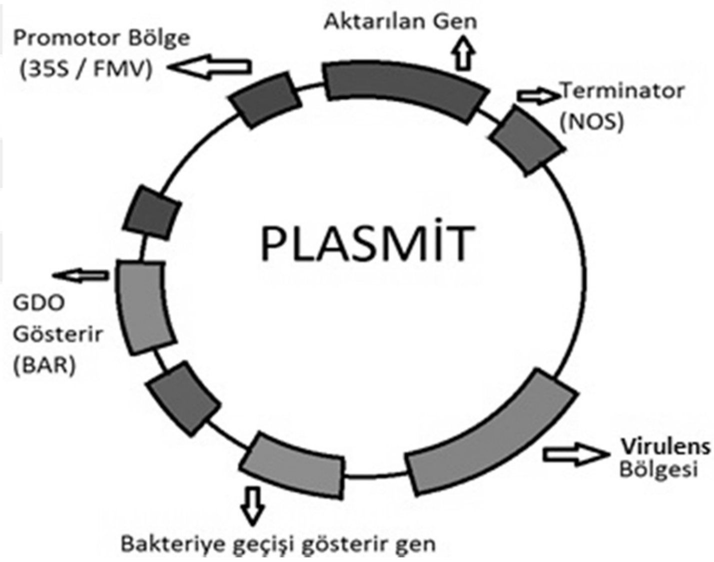
Türkiye'de gerçekleştirilen araştırmalar neticesindeyse, tüketicinin biyoteknoloji tekniklerine dair bilgi düzeylerinin çok alt seviyede olduğu belirlenmiştir. Orta ve yüksek öğrenim öğrencileri arasında yapılan bir taramaya göre, öğrencilerin biyoteknolojik uygulamalar konusunda kendilerini bilgisiz görmelerine karşın, bu teknolojileri tanımlayabildikleri ve konu hakkında yorum yapma becerisine sahip oldukları, % 46'lık oranın biyoteknoloji hakkındaki bilgilerinin yeterli olmadığı saptanmıştır. Farklı bir çalışmaya göre, yüksekokul öğrencilerinin % 36,2'sinin "genetik değişiklik" kelimelerini daha önce duymadıkları, % 65,3'lük kısmın, gıdaların üzerinde bulunan etiket bilgilerini tatmin edici görmedikleri, yüksekokul mezunu tüketicilerin biyoteknoloji ürünleri hakkında bilgilerinin yetersiz olduğu saptanmıştır. Öğretmenler arasında gerçekleştirilen bir tarama çalışmasında, öğretmenlerin % 71,4'lük kısmının genetiği değiştirilmiş organizma tanımını doğru seçtikleri, % 64,8'inin bu ürünleri transgenik ürün olarak bildikleri, % 68,9'unun ise bu tür ürünlerin biyoteknolojik uygulamalar neticesinde üretildikleri bilincinde oldukları saptanmıştır [32].

2.2.1. GDO Üretim Teknikleri

Bir biyoteknolojik araştırmada, 1. İstenen genlerin bulunması, 2. Karakterize edilmesi, 3. İzolasyonu ve 4. Hedef türe aktarımı aşamaları sırası ile uygulanmaktadır. Transgenik çalışmaların temeli; istenilen özellikleri kodlayacak olan geni taşıyan DNA parçasının, dokudaki hücrelerde bulunan kromozomlara yerleştirilmesi ve doku kültürü teknikleri yardımı ile bu hücrelerden GD bitkilerin elde edilmesidir [23].

Bitki DNA'sının, bir başka kaynaktan (mikroorganizma) istenilen özelliklere sahip gen bölgesinin nakledilerek değiştirilmesi ve tercih edilen özelliğin oluşturulması, GDO teknolojisinin özünü oluşturmaktadır. Mesela, Raundup Ready ™ soya, *Agrobacterium tumefacrens*'ten alınan herbisite direnç geni ile oluşturulmuştur. Böylece soyanın üretimi sırasında, kimyasal herbisitler kullanılmadan zirai mücadele yapılabilecektir [39].

Normalde, bitki üzerindeki bu tür genetik manipülasyonlar sadece tek bir özelliğin aktarılması ile değil, belirli bir gen zincirinin nakli ile yapılır. Bu zincir, promotör (başlatıcı) gen denilen ve bitkiye istenilen özelliği kazandıran bir yapıdan ve terminatör (sonlayıcı) ve markör (işaretleyici) genlerden oluşur. Promotör, terminatör ve markör genler kendi içerisinde spesifik değillerdir ve gerçekleşen değişimin ne olduğu hakkında fikir vermezler. Ancak, bu genler bitkinin genetik bir değişime maruz kalıp kalmadığını anlamada iyi bir işarettirler [39].



Şekil 2.2. Ti Plazmiti [40]

Agrobacterium aracılığı ile gen aktarımı en yaygın olarak kullanılan yöntemdir. Bu bakterinin kromozom DNA'sının yanında kök hücre tümörüne neden olan Ti Plazmitine de sahip olması, onu bir genetik mühendisi haline getirmiştir. Bu yöntemde T-DNA bölgesi kesici enzimlerle çıkartılıp, yerine bitkiye aktarılacak geni taşıyan DNA Parçası yerleştirilmekte ve bu DNA parçası da bakteri doğası gereği bitki hücrelerine aktarılabilmektedir. T-DNA'nın kesilerek bitki hücrelerine taşınmasını ve kromozomlarla birleşmesini Ti plazmidi (Şekil 2.2) üzerinde bulunan virülens (vir) genler sağlamaktadır. *Agrobacterium* sisteminin, tahılların da içinde bulunduğu tek çenekli bitkilerde ve sıkı doku yapısına sahip meristemlerde kullanımının sınırlı kalmasından dolayı, sonikasyon destekli *Agrobacterium* aracılığıyla gen transferi (SAAT)

kullanılmaktadır. Ayrıca agroinfeksiyon ve agrolistik de gen aktarımında uygulanan diğer tekniklerdir [41, 42, 43].

Biyolistik gen transferinde (Partikül tabancası ile gen aktarımı), bitki hücrelerine aktarılmak istenen genleri taşıyan DNA parçası, önce 1-2 Å çapındaki ağır metal partiküllerine (altın veya tungsten) spermidin veya $CaCl_2$ gibi bileşiklerle yapıştırılır. Daha sonra bunlar, bitki hücre ve dokularına (yaprak, embriyo, sürgün ucu meristeni gibi prgan kısımları), elektrik akımı, helyum, hidrojen veya sıkıştırılmış havayla bombardıman edilir. Metal zerreleri bitki hücrelerine girdikten sonra DNA parçası ayrılarak bitki hücresinin kromozomlarıyla birleşir. Bu yöntemle doğrudan faj, bakteri veya maya hücreleri hedef dokuya transfer edilebilmektedir [41, 42].

Protoplastlara direkt gen aktarımında (Elektroporasyon ve PEG aracılığıyla transformasyon), Enzimatik yollarla hücre duvarı eritilmiş olan bitki hücrelerine protoplast denilmektedir. Yüksek voltajlı elektrik akımı veya kimyasal maddelerle protoplast zarında DNA moleküllerinin geçebileceği büyüklükte geçici gözenekler oluşturulur ve yabancı genleri taşıyan DNA parçası hücre içerisine girerek kromozomlarla birleşir. Ancak birçok bitki türünde protoplastlardan bitki rejenerasyonu mümkün olmamaktadır [41, 42].

Mikroenjeksiyon ile gen aktarımı tekniği ile ilk genetik modifiye hayvan elde edilmiştir. Bitki hücreleri mikro iğnelerle delinmesi zor olan lignin ve selülozdan oluşan kalın tabakaları içerdiğinden bitkilerde kullanılması zor bir tekniktir. Bu yöntemde aktarılacak genleri taşıyan DNA parçası çok ince (0,5-10 Å çapında) kılcal pipetlerle veya enjektörlerle doğrudan immobilize edilmiş hedef hücrelere, kallus, meristem, mikrospor vb. içerisine steril şartlarda mikroskop altında enjekte edilir [41, 42].

2.2.2. GDO'lu Ürünlerin Yararları ve Zararları

- Besin veriminin yükseltilmesi ve içeriğin zenginleştirilmesi: Dünyanın az gelişmiş veya gelişmemiş büyük kesiminde açlık, önde gelen halk sağlığı sorunlarındandır. A vitamini yönünden daha zengin pirinç (golden rice) eldesi, besin içeriğinin zenginleştirilmesine örnektir. Daha fazla besin üretilmesini amaçlayan çalışmalara da gen transferi yöntemi ile daha fazla büyüme hormonu ve daha fazla et üretimi sağlayan balıkların üretilmesi örnektir.
- Alerjik besin riskinin azaltılması: Tüketiciler arasındaki besinden kaynaklanan aleriji prevalansı %2 ile %8 arasında değişmektedir. Yer fıstığı, inek sütü, soya,

buğday, yumurta, kabuklu deniz canlıları, fındık ve balık, besin alerjisinden sorumlu ana besinlerdir. Bu besinlerin bileşiminde bulunan alerjiye sebep olabilecek proteinlerin elemine edilmesi veya yapıdan tamamen uzaklaştırılmasını hedefleyen çalışmalar bu yöndeki biyoteknolojik çalışmalara örnek olarak verilebilir.

- Aşılama hedefli besin kullanımı: İnsanlar, önlenebilecek sağlık problemleri sebebi ile hayatlarını kaybetmekte veya yaşam kalitesinden kayıplar verebilmektedir. Bu gibi hastalıkların büyük bir kısmının engellenmesi aşı ile mümkün olabilmektedir. Aynı aşı etkisini elde edecek şekilde, hastalık yapıcı mikroorganizmaların farklı proteinlerini sentezleyebilen bitkilerin kullanılması, aşıların uygulanabilirliğinde kolaylık sağlayacak ve maliyetlerde önemli derecede düşüşe sebep olabilecektir.
- Tedavi hedefli besin kullanımı: GD gıdaların tedaviye yönelik kullanımı ile ilgili çalışmalar büyük umut vadetmektedir. Laktoz intoleransı olan tüketiciler için, laktoz içeriği azaltılmış süt üretimi buna örnek olarak verilebilir.
- Tarım ilaçlarının daha az kullanılmasına bağlı faydalar: Transgenik uygulamalar ile bitki zararlılarına karşı, kimyasal yöntemler kullanılmadan mücadele edilebilmesi, bu ilaçlarla uğraşan çiftçilerin sağlık sorunlarında olumlu değişiklikler oluşturabilecek, diğer taraftan pestisit kalıntılarının içme sularını daha az kontamine etmesi de sağlanabilecektir [25, 24, 33, 12, 23, 34, 30].

Genetiği değiştirilmiş Organizmaların sahip olduğu riskler, yararlarına oranla daha küçük ancak çok daha tesirli bir çeşitliliğe sahiptir.

Biyoteknolojik ürünler ile ilgili en başta gelen tartışma konusu alerjik reaksiyon riskinin artması olarak görülmektedir. Bu tür besinlerde öngörülen potansiyel alerjik riski 3 sınıfa ayırmak mümkündür.

1. Bir üründeki alerjik proteini kodlayan genin başka bir ürüne nakli,
2. Alerjik olduğu bilinen bir gıdanın, yapılan müdahaleler sonucunda alerjik etkinliğinin artması,
3. Daha önce görülmemiş alerjik proteinlerin kodlanması.

Genetiği modifiye edilmiş gıdalar, alerjik potansiyellerinin belirlenmesi için testlerden geçirilmektedirler. Bu testler;

1. Aktarılan genlerin kaynağı (alerjik bir üründen aktarılıp aktarılmadığı),
2. Alerjik olduğu bilinen proteinlerle benzer aminoasit dizilerinin olup olmadığı,

3. Aktarılan genlerin kodladığı proteinlerin sindirim enzimlerine dayanıklılığı,

şeklinde sıralanabilir.

Daha fazla besin içeren soya üretilmesi amacı ile Brezilya Fındığından alınan gen dizisi, soyaya aktarılmıştır. Brezilya fındığı alerji potansiyeli olan bir fındık türüdür. Yapılan testler sonucu, üretilen yeni soyada bu fındıktan gelen alerjik proteinlerin de varlığı saptanmış ve bu soyanın üretimi durdurulmuştur. 2001 yılı Haziran ayında Cry9c adlı proteini kodlayan genin taşındığı mısır türünü tüketenlerde bazı öngörülemeyen etkilerin ortaya çıktığı rapor edilmiş, bundan dolayı yapılan araştırma sonucunda bu kişilerin hiçbirisinde bu proteine ait antikor saptanmamıştır. Bu çalışmalar, besinlerin alerjik risklerini belirlemek amacı ile kullanılan testlerin güvenilir olduğunu ortaya koymaktadır. Bunlarla birlikte, üretilen yeni proteinlerin alerjik risklerinin belirlenebilmesi amacı ile yeni test yöntemleri geliştirilmeye devam edilmesidir. Diğer taraftan aynı alerjenlerle, aynı reaksiyonları veren hayvan modelleri de geliştirilmiştir. Ancak, bu çalışmalar umut verici görünse de, günümüzde insanlarda alerjik olacak protein modellerini bulmamıza yarayacak, bilim çevrelerince kabul görmüş bir hayvan modeli bulunmamaktadır.

Genetiği değiştirilmiş organizmalar hakkında bir başka tartışma konusu direnç genleridir. Bu genler, transfer edilecek esas genle beraber aktarılarak, transferin başarılı olduğu organizmaları saptamak amacı ile işaretleyici gen görevi görmektedirler. Bu tür genlerin doğaya yayılma ihtimali bazı çevrelerce büyük risk olarak görülmektedir. Örneğin antibiyotik direnç genlerinin, hastalık yapıcı mikroorganizmalara transferi durumunda, bunların sebep olduğu enfeksiyonlar kontrol altına alınamayabilir [25, 24, 33, 12, 23, 34, 35].

Biyotekbolojik çalışmalar yapan şirketler, ürettikleri yeni genlerin patentlerini alarak, bu genleri kendi kontrollerinde tutmak isteyebilirler. Bununla birlikte, kamuya ait tesislerde çalışan araştırmacılar aynı genler üzerinde araştırma yapma olanağı bulamayacaktır. Bu sebeple dünyada, genlerin patentlenmesine karşı bir görüş de hakimdir. Biyoteknoloji şirketleri, GD olarak ürettikleri bitkilere ait tohumların kendi kontrolleri dışında diğer şirketlere veya araştırmacılara geçmemesi için Terminatör teknolojisi denen bir mekanizmayı uygulayabilirler. Bu teknoloji, biyoteknolojik olarak üretilmiş tarımsal ürünlerin tekrar tohum vermemesi için tasarladıkları kısır tohum teknolojisidir [12].

AB mevzuatı GDO'lu ürünler için etiketleme zorunluluğunu içermektedir. ABD'de ise et ve kümes hayvanları haricinde GDO'lu ürünlerin etiketlenmesi ile ilgili bir uygulama bulunmamaktadır. EPA (Çevre Koruma Ajansı), genetiği değiştirilmiş ürünlere karşı toplumun korunmasına dikkat edilmesi gerektiğini söylerken, AMA (Amerikan Tıp Birliği), etiketlemenin

zorunlu olması gerektiğini ve GD gıdalar için toplum güvenliğinin tam olarak açıklanamadığının belirtilmesinden yanadır [12].

Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların çevreye vereceği olumsuz etkiler ve türler arası gen kaçışının ekolojik dengeye vereceği zarar tartışılmaktadır. Hayvanlar arasında olandan, bitkiler arasında olan gen kaçışı daha kolay olduğundan, GD bitkilerin sahip olduğu en önemli risk, gen kaçışıdır. Çevre koruma örgütleri, üretim alanlarını büyümesi ile çevresel tehlikelerin de büyüyebileceği konusunda kaygılıdırlar. GD bitkiler, diğer türlere üstünlük sağlayabilir ve onların yerini alabilirler. Bununla birlikte çapraz tozlaşma sırasında bitkilerde bulunan yeni özellikler, diğer yabani türlere ve böceklere geçebilir. Örneğin, herbisitlere dayanıklılık amacı ile veya böcek öldürücü toksin yaymak için bitkilere transfer edilen genlerin çapraz tozlaşma ile yabani türlere kaçması halinde, ortadan kaldırılması mümkün olamayacak süper türler oluşabilir. Genetiği değiştirilmiş bitkilerin çürümesi sırasında da yıkılan bitki DNA'larıyla beraber bazı dayanıklılık verici genler toprakta mikroorganizmalar tarafından alınabilirler. Genetiği değiştirilmiş bitkilerin ileriki dönemlerde suni gübre, pestisit ve herbisit kullanımını azaltacağı öngörülse de dirençli yabani ot ve böcek türlerinin oluşmasına da sebep olabilirler [12].

Çevresel tehditlerine bakıldığında en önde geleni, doğaya salınan GD bitkilerin, doğal türlerdeki genetik çeşitliliğin kaybına, ekosistemdeki dengenin bozularak yabani türlerde doğal yapıdan sapmaya sebep olabileceğidir. Bu sepeble ülkemiz gibi genetik kaynakları zengin ülkeler büyük risk altındadır. Genetiği değiştirilmiş organizmaları eleştirenler, bu uygulamaların ürün çeşitliliğini olumsuz yönde etkileyeceğini ve bu türlerin ticaretinin, genetik çeşitlilik için yeni bir tehdit olduğunu düşünmektedirler [12].

Hayvanseverler ve hayvan hakları savunucuları, hayvanların kullanıldığı her türlü klonlama ve genetik mühendisliği araştırmalarına karşı çıkmaktadırlar. Organik tarımla uğraşan üreticiler ise GD gıdaların, organik tarım ürünlerinin önüne geçebileceği ve tüketicilerin organik gıdalara ulaşmasının zorlaşacağını düşünmektedirler. Bazı tüketiciler, tercih hakkının yok olması, genetiği değiştirilmiş ürünlerin doğal olanlarından ayırt edilememesi ve bunlarla birlikte etik, estetik ve kültürel nedenlerle GD gıdalara karşı çıkmaktadırlar. GD ürünler, birçok inançta ahlaki sorunlar yaratabilmektedir. Mesela, Yahudiler, Müslümanlar ve Hindular gibi gruplar, böcek, hayvan ve hatta insan geni olabilecek ürünlerden uzak durmayı tercih etmektedirler. Bu insanlar, bu teknolojilerin uygulamalarının dini inançları açısından problem yaratmayacağından emin olmak istemektedirler. Kimi vejetaryen gıdaları tercih edenler de tükettikleri gıdalarda hayvan geni olmadığını bilmek istemektedirler [12].

İnsanlar diğer taraftan ölümcül tehlikede olan mikroorganizmalar ya da süper gelişmiş bitkilerin denemeler süresince serbest kalabileceği ve laboratuvarlardaki kazaların hayvan ve

insan popülasyonunu etkileyecek zehirli ajanlar veya mikrobiyolojik toksinlerin serbest kalmasına sebep olabilecek "bilinmeyen korkulara" sahiptirler [12].

2.2.3. GDO'lu Ürünler ve Yasal Mevzuat

Dünya nüfusuna paralel artan besin ihtiyaçlarının karşılanabilmesi amacıyla güncel biyoteknoloji kullanılarak birçok GD ürün üretilmektedir. Bu ürünlerin ticari olarak sunulması ile, gıda güvenliğinin önemi bir kez daha öne çıkmış ve GD ürünler ile ilgili yasal düzenleme yapılması zaruri hale gelmiştir [33].

Her ülkenin GDO'lar için kendine has mevzuatı bulunmaktadır. Mesela, Avrupa ve Amerika arasındaki uygulamalar birbirinden çok farklıdır. Bununla birlikte Avrupa Birliği üyesi ülkeler, kendi kurallarını ayrıca üretmişlerdir. Avrupa Birliği'nde, bir eşik değer belirlenmiş ve bu eşik değerin üzerinde olan tüm ürünlerin etiketlenmesi zorunluluğu getirilmişken, ABD'de yasal otorite tarafından izin verilmiş bir GD ürünü içeren gıdaların etiketlenme zorunluluğu bulunmamaktadır [36].

Dünya genelinde ilk hukuki süreç, 1991 yılı Temmuz ayında Birleşmiş Milletler Endüstriyel Kalkınma Organizasyonu (UNIDO) tarafından yayımlanan "Organizmaların Çevreye Salınımı Konusunda Gönüllü Talimatı" ile başlamıştır. Daha sonra, Gıda ve Tarım Organizasyonu (FAO) tarafından Bitki ve Güvenlik Komisyonu (CPGR)'nin isteği üzerine 1991 yılı Kasım ayında "Bitki Biyoteknolojisi Talimatı" yayımlanmıştır. Gündem 21'i oluşturan "Biyoteknolojinin Risklerinin Önlenmesi için Uluslararası Teknik Direktifler" içerisinde ve Gündem 21'de 1992 yılında genetik programlara atıf yapılmış ve 1996 yılında BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesinde 8gve 19. Maddelerinde tanımlamalar yazılmıştır. BM Milletler Çevre Programı (UNEP)'in 1997'de hazırladığı "Biyogüvenlik Kılavuzu", gelişmekte olan ülkeler için, oldukça önemli bir rehber doküman olmuştur. 29 Ocak 2000 tarihinde 130'un üzerinde devlet tarafından, Fransa'da imzalanan Cartagena Anlaşması Biyogüvenlik Protokolü GDO'lu ürün ithal eden ülkelere, sağlıkla ilgili, bilimsel ve çevresel risklere atıf yapılarak, ithalatı engelleyebilme hakkı tanınmış ve bu konuda bağlayıcı hükümler içeren protokol 11.09.2003 tarihinde yürürlüğe girmiştir [33, 25, 23, 37, 35, 30].

Bu protokol, toplum sağlığı üzerindeki riskler değerlendirilerek, ekolojik çeşitliliğin korunması ve devamlılığı üzerinde negatif sonuçlar doğurabilecek, tüm GD organizmaların ülkeler arası transit hareketini, uygulamalarını ve kullanılmasını kapsamaktadır. Protokol,

genetiği değiştirilmiş organizmaların iki özelliği ile ilgilidir: 1. Çevreye bilinci bırakılacak genetiği değiştirilmiş organizmalar, 2. Gıda, yem veya işleme amacı taşıyan genetiği değiştirilmiş organizmalar. İşlem konusu protokolde tanımlanmamıştır. Tekstil üretimi gibi insanlar veya hayvanlar tarafından tüketilemeyen diğer GD ürünleri de kapsadığı yönünde görüşler vardır. Protokolde tanımlanan İleri Bildirim Anlaşması, GD ürünlerin bilinçli olarak çevreye salınan ürünlerin ilk hareketinden önce takip edilmesi gereken bir prosedürdür. İhracatı yapan ülke, gönderimden hemen önce ürünlerindeki GD ürün durumunu tanımlayan ayrıntılı bilgiyi vermek zorundadır. İthalatçı ülke, bu bilginin teyidini 90 gün içerisinde karşı ülkeye bildirir ve 270 gün tamamlanmadan gönderimi onayladığını veya sebeplerini açıklayarak, reddettiğini bildirmek zorundadır. Protokole göre şu beş tip haricindeki ürünler için İleri Bildirim Anlaşması süreci uygulanmaktadır: 1. İnsanlar için üretilmiş ilaçların büyük bölümü, 2. Üçüncü ülkeye gönderilen GDO'lar, 3. Kapalı kullanım amaçlı GDO'lar, 4. Gıda, Yem veya işleme tabi GDO'lar, 5. Taraflar Toplantısı kapsamında güvenli olarak duyurulan GDO'lar. Bu 5 tip için ithalatçı ülkelerin, protokolün riks analizi (m.15) maddesine dayanarak, ithalatı engelleyebilme hakları vardır. Ülkemiz, protokole imza atmıştır. Bu kapsamda protokolü onaylayan 4898 sayılı kanun TBMM'de 2003 yılında yasalaşmıştır [33, 25, 23, 37, 35, 30].

Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ile ilgili ilk mevzuat, Türkiye'de, 14.05.1998 tarihinde yayımlanan TDG/TOH-032 sayılı "Transgenik Kültür Bitkilerinin Alan Denemeleri Hakkında Talimat" olarak kabul edilmektedir. Bu talimat yetersiz kalınca, yönetmelik hazırlama çalışmaları başlamış ve 26 Ekim 2009 tarihinde "Gıda ve Yem Amaçlı Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerinin İthalatı, İşlenmesi, İhracatı, Kontrol ve Denetimine Dair Yönetmelik" yayımlanmıştır. Ancak, yönetmeliğin insan ve çevre sağlığı gibi konuları ilgilendirdiği, genetiği değiştirilmiş ürünler ile ilgili henüz düzenleyici bir kuralın tanımlanmamış olduğu, bu konuların yasa ile tanımlanması gerekliliği ve yönetmeliğin yetkisinin üzerine çıktığı gerekçe gösterilerek, bazı sivil toplum kuruluşları tarafından davalar açılmıştır. Davalar sonucunda yürütmenin durdurulmasına karar verilmiştir. Yönetmelik ile önceden evrak üzerinde yapılan GD ürün denetimleri, fiziki ve analiz gerektiren muayeneler ile yapılmaya başlanmıştır. Fakat, yönetmeliğin bir kanuna dayanmaması ve Dünya Ticaret Örgütü'nün transit geçişleri düzenleyen hükümlerine aykırı uygulamalar oluşturması ve geçişler sekteye uğrattığı gerekçesi ile STK'ların baskıları sonucu 3 defa değişmiştir. Bu değişiklikler sonucunda, risk değerlendirmelerinin tamamlanması için Bilimsel Komite oluşturulmuş ve komite 33 genden 32'si için izin vermiştir. Bunlar, 16 Mısır, 3 Soya, 6 Pamuk, 3 Kolza, 1 Pancar, 1 Patates Nişastası, 2 Bakteri Biokütlesi genleridir. Yönetmelik kapsamında numuneler, Türkiye'de genetiği değiştirilmiş organizma analizi yapabilen laboratuvarlara iletilmiş; fakat bu dönemde yalnız Ankara, Bursa ve Adana'da bu analizleri yapabilen laboratuvar bulunmasından dolayı büyük yığılmalar yaşanmıştır. 2012

senesinde Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın yetki verdiği 32 laboratuvarda genetiği değiştirilmiş organizma analizleri yapılabilir hale gelmiştir [36, 23, 33, 25, 30].

Biyogüvenlik Kanunu (5977 sayılı kanun), 26 Eylül 2010 tarihinde yayımlanmıştır. 13 Ağustos 2010 tarihinde, bu kanun kapsamında "Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerine Dair Yönetmelik" ve " Biyogüvenlik Kurulu ve Komitelerin Çalışma Usul ve Esaslarına Dair Yönetmelik" yayımlanmıştır. Biyogüvenlik Kurulu, Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'ndan 4 (2 üye bakanlık, 1 üye üniversite ve 1 üye STK'lardan), 1 üye Bilim Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı'ndan, 1 üye Ekonomi Bakanlığı'ndan, 1 üye Sağlık Bakanlığı'ndan, 1 üye Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan, 1 üye Orman ve Su İşleri Bakanlığı'ndan katılacak şekilde kurulmuştur. Kanun kapsamındaki çalışmalarda en az 5 yıllık tecrübesi olan kişiler kurul üyeliğine atanabilmektedir [36, 23, 33, 38].

26 Eylül 2010 tarih ve 5977 sayılı Biyogüvenlik Kanununun "Yasaklar" başlıklı 5. Maddesinin d bendine göre "GDO ve ürünlerinin bebek mamaları ve bebek formülleri, devam mamaları ve devam formülleri ile bebek ve küçük çocuk ek besinlerinde kullanılması" yasaklanmıştır [38].

2.2.4. GDO Analiz Yöntemleri

GD ürünler, geliştirilmeleri aşamalarında gen diziliminin değiştirilmesi ve genellikle ek bir protein sentezlenmesi nedeni ile ilgi çekici özellikler kazanmaktadır. Ham ürünler ve işlenmiş ürünlerin içerisindeki değiştirilmiş gen varlığı, eklenen DNA'nın varlığının tespiti yöntemi ile ya da eklemeden sonra oluşan proteinin varlığının tespiti ile anlaşılabilir. Her iki yol için de var/yok veya miktar tayini test yöntemleri bulunmaktadır [42, 44].

Genetik modifiye ürünlerin analizinde kullanılan proteine dayalı analiz yöntemlerinin temeli, belirli genler tarafından kodlanan yeni proteinlerin spesifik olarak tespiti şeklindedir. Proteine dayalı analiz metotlarının kısıtlayıcı yönleri mevcuttur. Genetik modifikasyonlar her zaman yeni bir proteinin sentezine neden olmadığı gibi tespit için yeterli miktarda protein sentezi gerçekleşmeyebilir. Ayrıca proteinler sadece bitkinin belli kısımlarında ya da fizyolojik gelişimin farklı aşamasında, farklı seviyede ifade ediliyor olabilir. Bu analiz metotları denature olmamış, konformasyonun tam olduğu proteinlere gereksinim duyduğu için matriks olarak taze ve işlenmemiş gıdalarla sınırlıdır [41, 42, 44].

Protein ve antikor arasındaki özgün bağlanma esasına dayanan immunoassay teknolojisi kompleks matrikslerde birçok protein tipinin kalitatif tespiti için uygulanmaktadır. Immunoassay teknikleri test maddesi olarak antikorları kullanan ölçme sistemidir. Antikor hayvan serumlarında üretilen, vücuda giren herhangi bir yabancı maddeye spesifik olarak bağlanarak karşı cevap oluşturan protein molekülüdür. Bu yöntemler, antikorla birlikte hedef molekül bilindiğinde birçok matrikste protein tiplerinin tespiti için uygulanabilir [41, 42, 44].

ELISA yöntemi, enzim işaretli immunoreaktant (antikor ya da antijen) ve immunosorbent (katı sabit faza antikor ya da antijen bağlanması) kullanılan immunoassay yöntemidir. ELISA mikro kuyucuklu plaka ve kaplanmış tüp olmak üzere iki tiptedir. Antikor kaplanmış mikro kuyucuklar; daha yüksek duyarlılıkta, verimlilikte, ekonomik ve proteinlerin denature olmadan çalışmasında olanak sağladığı için kantitatif analizlerde ideal bir yöntemdir [41, 42, 44].

Lateral Flow Strip Yöntemi, mikrotiter kuyucukların yerine striplerin kullanıldığı, ELISA yönteminin değişik bir formudur [41, 42, 44].

Westerns Blot Yöntemi, hedef protein seviyesinin önceden belirlenen eşik değerinin altında veya üstünde olup olmadığının kalitatif belirlenmesini sağlayan bir metottur. Özellikle çözünür olmayan proteinlerin tespitinde kullanılır. Bu metot rutin yapılan GDO testlerinden daha çok araştırmaya yönelik çalışmalar için uygundur [41, 41, 44].

Southern Blot Metodu, izole edilmiş DNA örneklerinin nitroselüloz ya da naylon membranlara sabitlenmesini, GDO'ya özgü çift iplikli-işaretlenmiş nükleik asit problarıyla işaretlenmesini ve hibridizasyonun radyografiksel, florometrik olarak ya da kemiluminesanla saptanmasını içerir [41, 42].

PCR (Polimeraz Zincir Reaksiyonu) ilk olarak 1985'te Kary Mullis ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır ve moleküler biyolojik uygulamalarda kullanılmıştır. PCR işlemi DNA moleküllerinin hücresel organizmada meydana gelen doğal kopyalama işleminin in vitro olarak gerçekleşmesidir. Ancak doğal DNA kopyalamanın aksine, PCR esnasındaki DNA üretimi; orijinal DNA molekülünün tüm dizisini kapsamaz. Sınırlıdır ve DNA molekülünün özel, daha kısa olan bir bölgesini hedefler. DNA ekstraksiyon ve saflaştırma aşamasından sonra PCR'la çoğaltma ve saptama/kantifikasyon yapılır. PCR'ın bir döngüsü ve buna bağlı olarak sıcaklık profili denatürasyon, primer yapışması ve uzama olmak üzere tipik olarak üç fazdır [41, 42, 45].

Geliştirilen PCR metotları arasında, real time PCR en başarılı olanıdır ve şu anki mevcut durumda nükleik asit kantifikasyonu için en doğru ve etkili tekniktir. Real time PCR tekniği 1992' de Higuchi ve ark. tarafından geliştirilmiştir ve birçok real time PCR cihazının ve kullanımı kolay PCR çalışmalarının ortaya çıkmasıyla hızlı bir şekilde popüler olmuştur. Real time PCR düşük

miktarda DNA kopyalarının tespitine izin verir. Konvansiyonel PCR'dan, reaksiyon sırasında her döngüde çoğaltılan PCR ürünlerinin ölçümü bakımından farklıdır. Bu metot; çalışmanın logaritmik fazında, çoğalmanın takibine ve başlangıç materyalinin kesin tespitine izin verir. Burada tespit; yeni oluşan PCR ürünüyle birleşen ya da PCR ürününün çoğalmasıyla tamponda serbest kalan probun yaydığı floresanın ölçümüne dayanır [41, 42, 46].

DNA tespitine dayalı PCR analiz metotlarının yanı sıra, üründe oluşan yeni proteinin tespitine dayanan protein temelli analiz metotları da vardır. Bu metotlar; Immunoassay metodu, ELISA metodu, Lateral Flow Strip metodu ve Western Blot metodu olarak sıralanabilir [41, 42].

Arun, Ö. ve ark., Türkiye'de perakende olarak satılan mısır ve soya içeren ürünlerde, geleneksel PCR yöntemi ile genetiği değiştirilmiş ürün taraması yapmışlardır. Çalışmada mısır ve soya içeren ürünleri seçmelerinin sebebinin, dünya çapına en yaygın olarak üretilen transgenik ürün olmalarından kaynaklandığını belirtmişlerdir. Araştırma kapsamında soya içeren et ürünleri, ekmek ve ekmek ürünleri, bardakta mısır, mısır unu, kek, bisküvi vb. ürünlerden oluşan toplam 100 üründe çalışılmış ve %25'inde 35S, %10'unda nos pozitif olarak saptanmış, %65'inde ise negatif sonuç elde edilmiştir [47].

Kumar, R., yaptığı çalışmada bitkisel insektisit proteini içeren genetiği modifiye tohumlarda, kantitatif olarak GDO analizi yapmıştır. Bu çalışma ile GDO miktarındaki artış ile insektisit miktarındaki artışı karşılaştırmıştır [48].

Zhang, C. ve ark., GA21, Bt11, NK603, Bt176, Mir604 ve Mon810 kodlu modifiye mısır türlerini içeren 6 mısır ürününde Genel Birincil-Çoklu-PCR (Universal Primer-Multiplex-PCR) metodu ile kombine olarak Lazer-Destekli Kapiler Elektroforez (Capillary Electrophoresis-Laser-Induced Fluorescence) analiz metodunu kullanmış ve bu 6 modifiye mısır ürününün, geleneksel metotlara göre daha hassas, eşzamanlı ve hızlı ayrımını sağlamışlardır [49].

Dinon, A. ve ark., genetiği modifiye Fasulye (*Phaseolus vulgaris*) Embrapa 5.1 ürününde, primer prob ve TaqMan problarını karşılaştırma amacı ile Real-Time PCR yöntemi ile GDO taraması yapmışlardır [50].

Lipp, M. ve ark., 23 laboratuvar arasında bir karşılaştırma testi düzenlemiş ve PCR temelli analiz yöntemleri ile genetiği modifiye DNA taraması yapmışlardır. Taramaya tabi tutulan örnekler asit ortam, sıcaklık, depolama süresi gibi farklı değişkenlere maruz bırakılmış ve ortam şartlarının modifiye DNA oranına etkisine bakmışlardır [51].

Brod, F. ve ark., 2005 yılında yaptıkları bir çalışmada, Brezilya'da satışa sunulan soya bazlı gıda ürünlerinde PCR temelli analizlerle kantitatif olarak genetiği modifiye soya varlığını araştırmışlardır [4].

Elsanhoty, R. M. ve ark., mısırda ve mısırdan üretilmiş ürünlerde 6 farklı DNA ekstraksiyon metodunu karşılaştırmalı olarak denemişlerdir. Her bir ekstraksiyon metodunda elde edilen DNA örneklerinde genetiği modifiye mısır taraması yapmışlardır [52].

Ota, H. ve ark., genetik olarak modifiye edilmiş mısır ürününde yeni bir DNA ekstraksiyon metodu olan Aminosilane- modifiye bakteriyal magnetik partikül kullanımını (Aminosilane-modified Bacterial Magnetic Particles (BMPs)) denemişler, elde edilen DNA ekstraktlarının analizini real-time PCR yöntemi ile gerçekleştirmişlerdir [53].

Berdichevets, I. ve ark. ile Su, W. ve ark., yaptıkları çalışmalarda Multipleks analiz kitleri ile PCR metodunu kullanarak genetiği modifiye ürün taramaları yapmışlardır [54, 55].

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. MATERYAL

Çalışmada materyal olarak, genetiği değiştirilmiş soya, mısır ve/veya tahıl içermesi muhtemel bebek sütü ve bebek devam sütü seçilmiştir. 2011 yılında, piyasadan, 5 büyük mama üreticisi firmanın, bebek sütü (bebek formülü) ve bebek devam sütü (devam formülü) numuneleri alınarak aşağıda listelenen analizler yapılmıştır. Numunelere A'dan J'ye kadar kodlanmıştır. Analizlerdeki paralel çalışmalar 1, 2, 3 rakamları ile ayrılmıştır. Toplam 10 numunede çalışılmıştır. Her numunenin besin bileşimi değerleri hesaplanırken, etiketinde belirtilen sulandırma oranları kullanılmıştır. Numunelerin sulandırma oranları Tablo 3.1 'de verilmiştir.

Tablo 3.1 Numunelerin Sulandırma Oranları

Numune Kodu	Sulandırma Oranı (g/100 ml)
A	14,0
B	14,6
C	14,0
D	14,0
E	14,0
F	14,0
G	16,0
H	16,0
I	13,7
J	14,0

Türk Gıda Kodeksi Bebek Formülleri Tebliği'ne göre, Bebek Formülü, bebeklerin yaşamlarının ilk ayları boyunca, uygun tamamlayıcı beslenme ile tanışıncaya kadar özel beslenme ihtiyaçlarını karşılayan ürünleri tanımlamaktadır.

Türk Gıda Kodeksi Devam Formülleri Tebliği'ne göre, Devam Formülü, özel beslenme amacıyla, sadece anne ve çocuk beslenmesi üzerinde uzmanlaşmış tarafsız bir sağlık çalışanı tarafından bebeğin büyüme ve gelişim ihtiyaçlarına dayanarak farklı bir ay önerilmediği takdirde

altı aydan itibaren bebeklerin giderek çeşitlenen diyetlerindeki başlıca sıvı alımını oluşturan ürünleri tanımlamaktadır.

Numunelerin genel özelliklerinin belirlenmesi ve tanımlanması amacı ile protein, yağ, karbonhidrat, kül ve rutubet analizleri yapılmış, GDO varlığının belirlenmesi amacı ile GDO Tarama Analizi yapılmıştır. Bu analizler için aşağıdaki metotlar kullanılmıştır:

3.2. YÖNTEM

3.2.1. Rutubet İçeriği Tayini

TS 11729 Nisan 1995 Çocuk Maması Analiz Metotları – Karbonhidrat Tayini standardında belirtildiği gibi; 5 g numune tartılmış, 105°C sıcaklıktaki etüvde bir gece boyunca sabit tartıma gelinceye kadar tutulmuş ve numunenin ilk ve son kütleleri arasındaki farktan rutubet muhtevası belirlenmiştir [56].

3.2.2. Kül Analizi

TS 1511 ISO 2171 Ekim 2000 Tahıllar ve Öğütülmüş Tahıl Ürünleri - Toplam Kül Muhtevası Tayini standardına göre analiz yapılmıştır. 3-5 gr toz numune, sabit tartıma getirilmiş krozelere alınmış, 1 ml etil alkol ile ıslatılmış ve daha sonra, önceden 900°C sıcaklığa getirilmiş kül fırınına koyulmuştur. Yaklaşık 2 saat süre ile kül fırınında tutulan numuneler, 1 dk soğutulmaya bırakıldıktan sonra desikatöre alınarak sabit ağırlığa gelmesi beklenmiştir. Sabit ağırlığa gelen numuneler tartılmış ve tartım sonucu aşağıdaki formülde kullanılarak kül muhtevası miktarı elde edilmiştir [57]:

$K=m_1x100/m_0x100/(100-H)$

K: Kuru maddede kütlece yüzde kül miktarı (%)

m_0: Deney numunesinin kütlesi (g)

m_1: Kalıntının kütlesi (g)

H: Deney numunesinin rutubet miktarı % (m/m)

3.2.3. Protein Analizi

AOAC 992.23 metoduna göre LECO FP 528 Otomatik Azot Tayin cihazında yapılmıştır. 0,15-0,30 g numune, jel kapsülün içine tartılmış ve cihazdan okuma yapılmıştır [58].

3.2.4. Yağ Tayini

TS 4967 Kasım 1986 Tahıl ve Tahıl Ürünleri Toplam Yağ Miktarı Tayini standardına göre yapılmıştır [59].

3.2.5. Karbonhidrat Tayini

TS 11729 Çocuk Maması Analiz Metotları Standardına göre aşağıdaki formül kullanılarak yapılmıştır [56]:

$K = K1 - (K2 + Y + P)$

K: Karbonhidrat kütlece yüzdesi

K1: Kuru madde (%)

K2: Kül (%)

Y: Yağ (%)

P: Protein (%)

3.2.6. Enerji Hesaplaması

"Türk Gıda Kodeksi Etiketleme Yönetmeliği"ne göre aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır [64].

Enerji (kcal/g) = 9 x Yağ. Gel. Enerji + 4 x Protein. Gel. Enerji + 4 x Karbonhidrat. Gel. Enerji

3.2.7. GDO Tarama Analizi

Analiz 3 aşamada gerçekleşmiştir.

Birinci aşamada Biotecon firması tarafından üretilen örnek hazırlama kitinin ön özütleme işlemi yapılmıştır. Bu aşamada Lysis tamponu ve Proteinaz K ile bitkisel doku hücresinin parçalanması amaçlanmıştır. DNA izolasyonu, MagnaPure Compact otomatik izolasyon cihazı kullanılarak "MagNA Pure Compact Nucleic Acid Isolatıon Kit 1(Cat.No. 03 730 964 001)" metoduna göre yapılmıştır. Bu işlem sonunda analizler için yeterli derişim ve saflıkta DNA elde edilmeye çalışılmıştır [63].

İkinci aşamada GMO Screening Kit (BIOTECON Diagnostics Catalog No: R 302 17) metoduna göre elde edilen DNA; primer, enzim, tamponlar ve dNTP'ler ile zenginleştirilmiştir [60].

Üçüncü aşama ise Real Time PCR aşamasıdır. İşlem, uygun sıcaklıkta çoğaltılan DNA zincirlerinin, yüksek sıcaklıkta koparılmasını içeren bir dizi zincir reaksiyonuna dayanmaktadır. Zincirlerin kopması ile ortamda bulunan problar sayesinde ışıma meydana gelmektedir. Bu ışıma miktarındaki artış aranan DNA'nın varlığı hakkında bilgi vermektedir. Numunelerdeki GDO varlığı/yokluğu bu analiz sonucunda belirlenmiştir [60].

3.2.8. İstatistiki Analiz

Ürün besin bileşenleri analiz sonuçlarında % 95 güven aralığında, Tek Yönlü Varyans (ANOVA) testi uygulanmış ve Tukey testi ile anlamlı fark olup olmadığına bakılmıştır.

4. BULGULAR

4.1 RUTUBET, KÜL, PROTEİN, YAĞ VE KARBONHİDRAT ANALİZ SONUÇLARI

Numunelerin genel özelliklerinin belirlenmesi amacı ile %Rutubet, % Kül, Enerji, Toplam Yağ, Protein ve Karbonhidrat analizleri yapılmış ve 100 g numune bazında hesaplanan Toplam Yağ, Protein ve Karbonhidrat sonuçları Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. 100 g numune bazında analiz sonuçları

Toplam Yağ (g/100 g)	Protein (g/100 g)	Karbonhidrat (g/100 g)
29,6761	9,4369	56,2355
32,0974	9,0492	53,9754
23,6480	10,6892	61,6083
22,9179	11,4733	60,2638
23,0592	9,7179	62,3791
25,9605	9,7029	58,4459
31,2343	11,1973	52,9978
31,9843	10,7631	52,2393
24,8490	10,6944	59,9985
26,4470	10,5590	57,0531

Sonuçların Bebek Formülleri ve Bebek Devam Formülleri tebliğlerinde verilen limitlerdeki birimlere uyumlu olması amacı ile Enerji değeri hesaplamıştır. Toplam Yağ, Protein ve Karbonhidrat sonuçları enerji bazında belirlenmiştir. Her analiz 3 paralel çalışılmıştır. Bu analizlere ait ortalama sonuçlar ve standart sapma değerleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

% Rutubet analizinde sonuçlar 0,03031 ± 0,0065 ile 0,5032 ± 0,0388 aralığında çıkmıştır. Sonuçlar arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

% Kül analizinde sonuçlar 0,2132 ± 0,0093 ile 0,3146 ± 0,0007 aralığında çıkmıştır. Sonuçlar arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Enerji analizinde sonuçlar 64,1181 ± 0,2654 kcal/100 ml ile 70,3268 ± 0,0323 kcal/100 ml aralığında çıkmıştır. Sonuçlar arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Toplam yağ analizinde sonuçlar 4,6471 ± 0,0524 g/100 kcal ile 5,9333 ± 0,0084 g/100 kcal aralığında çıkmıştır. Sonuçlar arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Protein analizinde sonuçlar 1,6728 ± 0,0008 g/100 kcal ile 2,1292 ± 0,0148 g/100 kcal aralığında çıkmıştır. Sonuçlar arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Karbonhidrat analizinde sonuçlar 9,6763 ± 0,0266 g/100 kcal ile 12,5784 ± 0,0187 g/100 kcal aralığında çıkmıştır. Sonuçlar arasındaki fark istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$).

Tablo 4.2. %Rutubet, % Kül, Enerji, Toplam Yağ, Protein ve Karbonhidrat Analiz Sonuçları

	% Rutubet	**% Kül**	**Enerji (kcal/100 ml)**	**Toplam Yağ (g/100 kcal)**	**Protein (g/100 kcal)**	**Karbonhidrat (g/100 kcal)**
Yasal Limitler			**60<x<70**	**4,4<x<6** **4,0<x[1]<6**	**1,80<x<3,00** **1,80<x[1]<3,50** **2,13<x[2]<2,33**	**9<x<14**
Numuneler	**Analiz Sonuçları**					
A	0,3819 ± 0,0085	0,2228 ± 0,0025	68,8707 ± 0,0300	5,6017 ± 0,0065	1,7813 ± 0,0139	10,6150 ± 0,0025
B[1]	0,3968 ± 0,0185	0,2373 ± 0,0137	70,3268 ± 0,0323	5,9333 ± 0,0084	1,6728 ± 0,0008	9,9774 ± 0,0183
C[2]	0,3069 ± 0,0084	0,2202 ± 0,0108	65,2629 ± 0,0509	4,7106 ± 0,0059	2,1292 ± 0,0148	12,2720 ± 0,0273
D[1,2]	0,4198 ± 0,0911	0,2751 ± 0,0021	64,1181 ± 0,2654	4,6471 ± 0,0524	2,3263 ± 0,0081	12,2178 ± 0,1257
E	0,4165 ± 0,0187	0,2132 ± 0,0093	64,4698 ± 0,0746	4,6498 ± 0,0119	1,9596 ± 0,0186	12,5784 ± 0,0187
F[1]	0,5032 ± 0,0388	0,2626 ± 0,0037	65,8113 ± 0,0994	5,1282 ± 0,0236	1,9167 ± 0,0144	11,5449 ± 0,0542
G	0,3031 ± 0,0065	0,2911 ± 0,0342	69,9256 ± 0,1439	5,8069 ± 0,0140	2,0817 ± 0,0117	9,8528 ± 0,0386
H[1]	0,3473 ± 0,0099	0,3045 ± 0,0074	70,1829 ± 0,0526	5,9245 ± 0,0091	1,9937 ± 0,0063	9,6763 ± 0,0266
I	0,3239 ± 0,0007	0,2557 ± 0,0015	65,8336 ± 0,0035	4,9069 ± 0,0003	2,1118 ± 0,0021	11,8478 ± 0,0026
J[1]	0,4578 ± 0,0035	0,3146 ± 0,0007	66,1013 ± 0,0069	5,2013 ± 0,0018	2,0766 ± 0,0102	11,2205 ± 0,0134

[1] Bebek devam sütü

[2] Tek başına soya proteini izolatlarından veya soya proteini izolatları ile inek sütü proteinleri karışımından üretilmiş ürün

4.2. GDO TARAMA ANALİZİ SONUÇLARI

Biotecon Firması tarafından bitkisel kökenli gıdalara özgü üretilen DNA özütleme kiti ve protokolü kullanılmıştır. Elde edilen özütler ile, MagNa Pure Compact otomatik izolasyon cihazında ve uygun kit kullanılarak, DNA izolasyon işlemine geçilmiştir. İzolasyon sonrası elde edilen izolatların DNA konsantrasyonu ve kalitesi spektrofotometrede ölçülmüştür. DNA konsantrasyonu (ng/µL) ve DNA kalitesi (OD 260/280) değerleri Tablo 4.3'de verilmiştir.

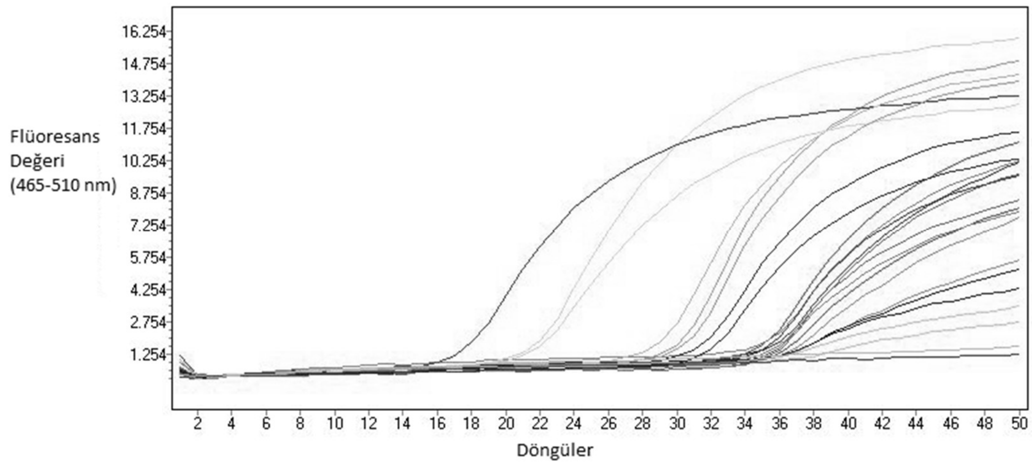
Tablo 4.3. DNA Konsatrasyonu ve DNA Kalitesi Değerleri

Numune Kodu	DNA konsantrasyonu (ng/µL)	DNA kalitesi (OD 260/280)
A1	1,83	1,83
A2	1,27	1,43
B1	21,15	1,53
B2	38,14	1,45
C1	3,68	1,46
C2	3,38	1,26
D1	4,04	1,44
D2	2,97	1,46
E1	2,57	1,53
E2	4,33	1,79
F1	8,82	1,83
F2	5,36	2,09
G1	8,33	1,38
G2	4,69	2,00
H1	6,76	2,01
H2	3,62	2,18
I1	4,2	1,49
I2	8,34	1,29
J1	5,13	2,05
J2	4,86	1,84

Spektrofotometre ölçümlerinden elde edilen spektrumlar Ek 1'de verilmiştir.

DNA Kalitesi ölçülen örnekler, polimeraz zincir reaksiyonu (PCR) öncesi, zenginleştirme amacı ile master miks çözeltileri ile uygun hacimlerde karıştırılmıştır. Biotechon fiması tarafından, p35s, tNOS, pFMV ve BAR iz genlerinin saptanmasına yönelik olarak hazırlanan analiz kiti uygulanmıştır. GDO tarama analizi protokolü gereği, analizin kontrol parametreleri olarak, pozitif olduğu bilinen numune (CRM), bitki geni içermeyen numune (NK), çevre kontaminasyonu kontrol numunesi (EB) ve pozitif PCR kontrol numunesi (PK) de ekilmiştir.

Real Time PCR cihazından elde edilen, plant (bitki) genlerine ait, amflikasyon eğrileri Şekil 4.1‘de verilmiştir.



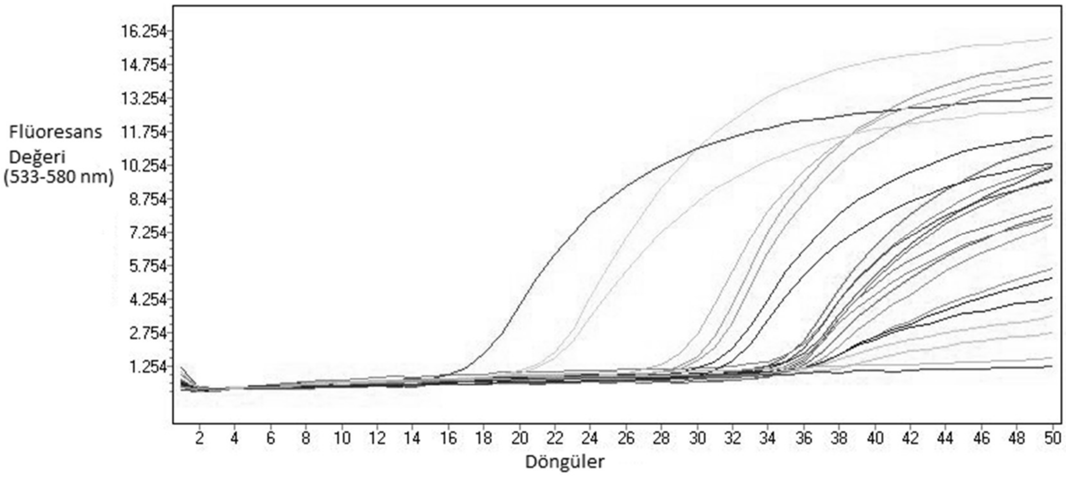
Şekil 4.1. Bitki genlerine ait amflikasyon eğrileri

Bitki genlerinin amfilikasyon eğrilerinin CT değerleri Tablo 4.4‘de verilmiştir.

Tablo 4.4. Bitki genlerine ait CT Değerleri

Numune Kodu	CT Değeri
A1	36,32
A2	36,06
B1	35,96
B2	35,62
C1	37,37
C2	37,40
D1	35,25
D2	36,89
E1	35,22
E2	36,18
F1	21,86
F2	22,28
G1	37,55
G2	37,27
H1	40,42
H2	38,72
I1	31,58
I2	32,40
J1	30,16
J2	30,68
CRM	17,98
PK	28,98
EB	-
NK	-

Kit protokolü gereği, kitin çalışmasını kontrol amacı ile kit içerisinde bulunan iç kontrol (IC) genlerine ait amfilikasyon eğrileri Şekil 4.2'te verilmiştir.



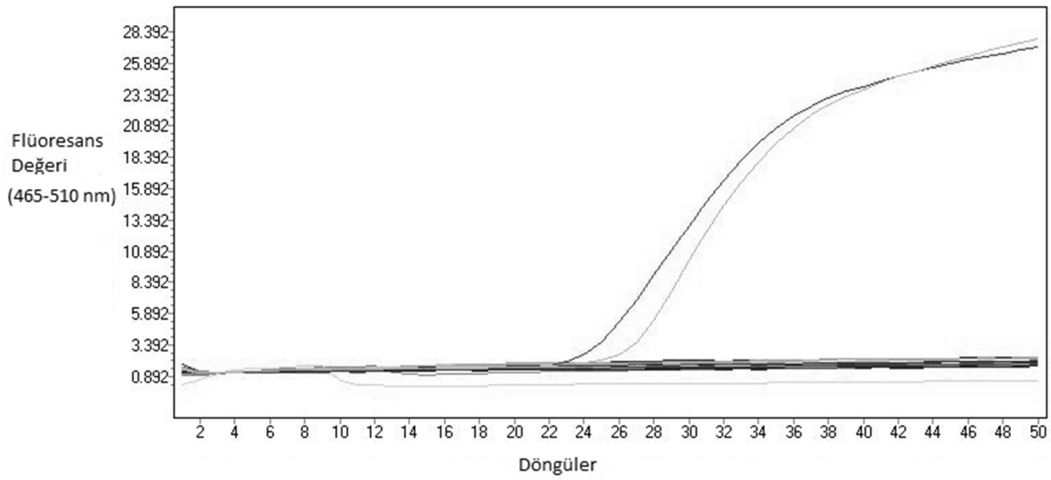
Şekil 4.2. IC Genlerine Ait Amfilikasyon Eğrileri

IC genlerine ait CT değerleri Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.5. IC Genlerine Ait CT Değerleri

Numune Kodu	CT Değeri
A1	34,22
A2	34,13
B1	33,58
B2	34,45
C1	33,82
C2	34,20
D1	33,54
D2	34,47
E1	33,63
E2	34,22
F1	-
F2	-
G1	33,72
G2	34,16
H1	34,25
H2	33,64
I1	33,31
I2	33,32
J1	33,93
J2	37,09
CRM	-
PK	34,50
EB	33,37
NK	32,94

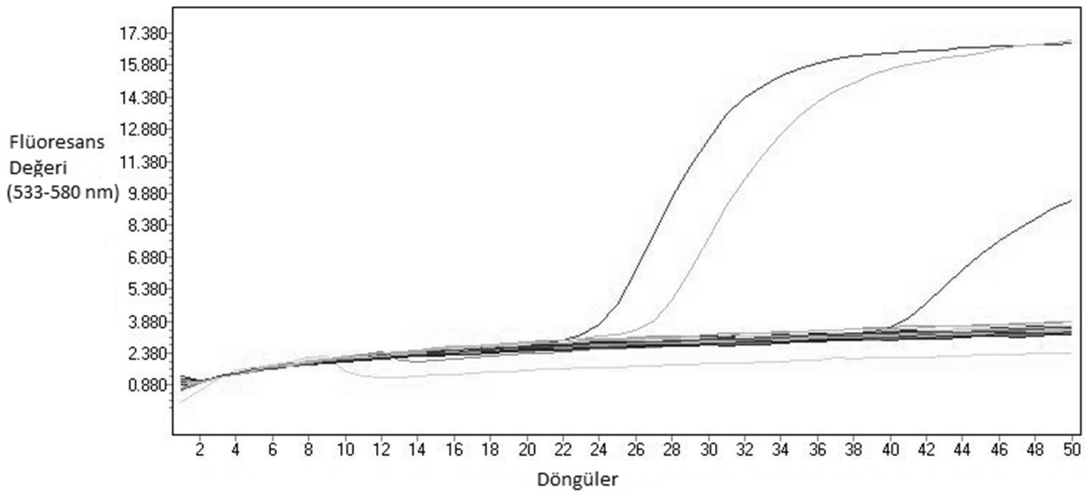
Hedef genler (iz gen) olan p35S, tNOS, ve pFMV genlerine yönelik tarama sonucunda sadece CRM ve PK DNA'larında amflikasyon gözlenmiştir. p35S genine ait amflikasyon eğrisi Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. p35S Genine Ait Amflikasyon Eğrisi

CRM DNA'sındaki p35S genine ait CT değeri 24,38; PK DNA'sındaki p35S genine ait CT değeri 26,44 olarak belirlenmiştir.

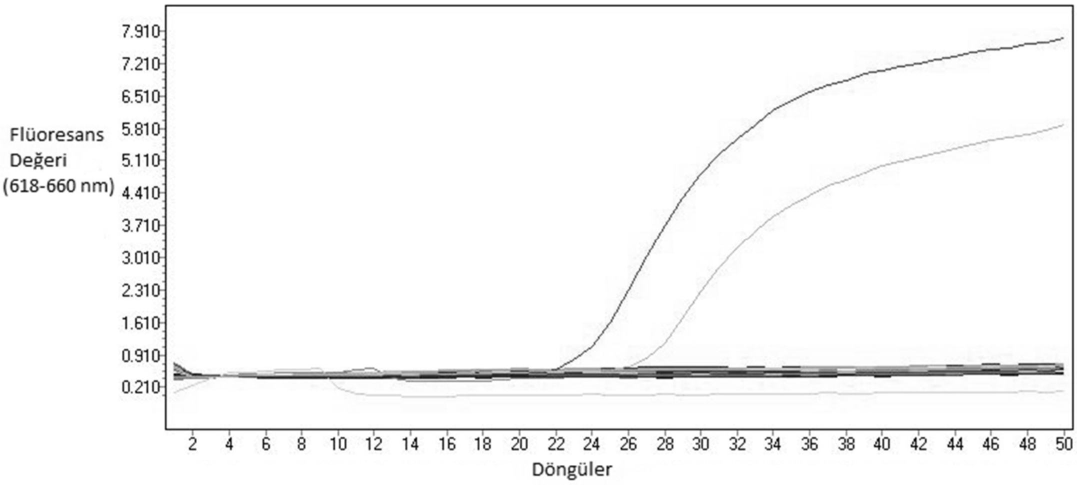
tNOS genine ait amfliasyon eğrisi Şekil 4.4'te verilmiştir. Çevre kontaminasyonu kontrolü numunesinde (EB), tNOS geninde amflikasyon gözlenmiştir.



Şekil 4.4. tNOS Genine Ait Amflikasyon Eğrisi

CRM DNA'sındaki tNOS genine ait CT değeri 24,82; PK DNA'sındaki CT değeri 27,65; EB kontrolündeki amflikasyona ait CT değeri 41,58 olarak belirlenmiştir.

pFMV genine ait amflikasyon eğrisi Şekil 4.5'da verilmiştir.



Şekil 4.5. pFMV Genine Ait Amflikasyon Eğrisi

CRM DNA'sındaki pFMV genine ait CT değeri 22,92; PK DNA'sındaki CT değeri 26,82 olarak belirlenmiştir.

5. TARTIŞMA

Tüm örneklerde % Kül analizi yapılmıştır. Literatürde Bebek Sütü ve Bebek Devam Sütü numunelerinde % Kül analiz sonucuna dair bir çalışmaya rastlanmamıştır. Numunelerin % Rutubet miktarları da saptanmış ve bu sonuçlar % Kuru Madde miktarının belirlenmesinde kullanılmıştır. Toplam Yağ miktarları kuru madde üzerinden hesaplanmıştır.

Türk Gıda Kodeksi, Bebek Formülleri Tebliği [Tebliğ No: 2014/31] incelendiğinde, A, C, E, G ve I kodlu numuneler Bebek Sütü (bebek formülü) olarak adlandırılan ürünler olduğu, Bebek Devam Formülleri Tebliği [Tebliğ No: 2014/32] incelendiğinde ise B, D, F, H ve J kodlu numunelerin Bebek Devam Sütü (Bebek Devam Formülü) olarak adlandırılan ürünler olduğu görülmektedir. Tebliğlerde Toplam Yağ, Karbonhidrat ve Protein limitleri enerji (100 kcal) paydasında verildiği için hesaplamalar yapılırken ölçüm sonuçları enerji üzerinden verilmiştir [1, 2].

Her iki tebliğe göre de, ürünlerin enerji değerinin 60 ile 70 kcal/100 ml olması gerektiği belirtilmiştir. Bu değerler incelendiğinde B (70,3268 ± 0,0323 kcal/100 ml)) ve H (70,1829 ± 0,0526 kcal/100 ml) kodlu numunelerin limitlerin üzerinde enerji değerine sahip olduğu görülmektedir (Tablo 4.1). Analiz sonuçlarının standart sapmaları göz önüne alındığında, B ve H kodlu numuneler için hesaplanan enerji değerinin limitlere uygun olduğu düşünülmektedir.

Toplam Yağ sonuçlarının tebliğ ile uyumlu olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.1).

Tebliğde, protein limitleri, ürünün içerdiği proteinin kaynağına göre tanımlanmıştır. Çalışmada kullanılan numunelerde, C ve D kodlu numuneler “Tek başına soya proteini izolatlarından veya soya proteini izolatları ile inek sütü proteinleri karışımından üretilmiş ürün” sınıfına girmektedir. Tablo 4.1 incelendiğinde, A, B ve C kodlu numunelerin protein içeriği bakımından limitlerin altında olduğu belirlenmiştir.

Karbonhidrat sonuçlarının tebliğ ile uyumlu olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.1).

Nassirpour ve ark. 2006 yılında yaptıkları çalışmada bebek formülleri bileşimlerini incelemişlerdir. Çalışmada elde edilen sonuçlar Tablo 5.1’da verilmiştir [Nassirpour, 2006]. Bu çalışma ve Tez çalışmasından elde edilen sonuçlar (Tablo 4.1) incelendiğinde protein içeriği bakımından, tezdeki numunelerde düşüklük görünse de, genel olarak besin değerlerinin paralellik gösterdiği belirlenmiştir [6].

Tablo 5.1. İnek sütünden üretilmiş bebek sütü ve devam sütü ürünlerinin besin değerleri [6]

Bileşen	**Bebek Sütü**		**Devam Sütü**	
	En Az	En Çok	En Az	En Çok
Enerji (kcal)	600	800	600	800
Protein (g/100 g)	10,84	18,07	13,55	27,1
Karbonhidrat (g/100 g)	42	84	42	84
Yağ (g/100 g)	26,4	39	19,8	39

McCarthy N. A. ve ark. 2013 yılında yaptıkları çalışmada farklı depolama koşullarının bebek formüllerinin yağ ve protein değerleri üzerindeki etkileri incelenmiştir. Çalışmada, %0 bağıl nemde 14 gün depolanan ürünlerde, % protein değeri 6,68±0,03 ve % yağ miktarı 32.41±1,81 olarak belirlenmiştir [8].

Nükleik asitlerin konsantrasyonu bir kör örneğe karşı 260 nm'deki absorbansı ölçülerek belirlenir. Kontaminantların varlığı, oran hesaplaması ile ayırt edilmektedir. Proteinler 260 nm'de absorblandığı için 260 nm'deki absorbans değerinin, 280 nm'deki değere oranı nükleik asitlerin sağlığını belirlemek için kullanılmaktadır. Bu oranın 1,8 ile 2,0 arasında olması hedeflenmektedir. Ancak oranın sağlanamadığı durumlarda da PCR aşamasına geçilerek bitki geni elde edilip edilmediğine bakılmalıdır [61].

Numunelerin DNA konsantrasyonu ve DNA kalitesi değerleri Tablo 4.3.2'te verilmiştir. Real Time PCR analizinde kullanılan kit protokolüne göre kite yükleme yapılacak DNA konsantrasyonu en fazla 200 ng/µL olmalıdır [60]. Her DNA izolatından yükleme sırasında 5 µL alınmaktadır. B1 ve B2 kodlu yüklemelerde, kitin kapasitesinin üzerinde yükleme yapıldığı görünse de numunelere ait amflikasyon eğrilerine göre kitin problemsiz olarak çalıştığı ve bitki genlerinde amflikasyon olduğu (Şekil 4.1) belirlenmiştir.

Özellikle işlenmiş bitkisel ürünlerden DNA izole edilmesi sırasında, ürün içerisinde bulunan inhibe edici bileşenler (karbonhidratlar, proteinler, fenolik bileşenler, yağlar, peptitler, aromatik bileşikler vb.) elemine edilemeyebilir veya DNA konsantrasyonun çok düşük olduğu durumlarda, Real Time PCR analizi sırasında CT değerinde gecikmeler olabilir [53, 52, 61].

TS EN ISO 21569 "Genetiği değiştirilmiş organizmaların ve ilgili ürünlerin tespiti için analiz yöntemleri - Nükleik asit esaslı nitel yöntemler" standardında, kalitatif GDO analizleri için gerekli kontrol mekanizmaları tanımlanmıştır. Çalışmada kullanılan, EB, NK, CRM ve IC kontrolleri bu standarda uygun olarak kullanılmıştır. Bitki genlerinde amflikasyon gözlenmiştir.

IC kontrolüne ait CT değerleri incelendiğinde (Tablo 4.5) F1 ve F2 haricindeki tüm numunelerde amflikasyon olduğu görülmektedir. IC kontrolü, bitki geni kontrolü ile birlikte değerlendirilen bir kontrol mekanizmasıdır. Bitki geni amflikasyonunun olmadığı veya bitki geni izole edilmediği durumlarda, IC amflikasyonu en yüksek seviyede görülür [60]. Çalışmada da sonuçlar bu kontrol mekanizmasına paralel çıkmıştır. Bitki genine ait CT değeri en düşük olan F1 ve F2 numunelerinde IC amflikasyonu gözlenmemiştir. Diğer örneklerde ise her iki kontrol de amflikasyon göstermiştir.

Bu çalışmada var/yok analizine tabi tutulan hedef genler p35S, tNOS ve pFMV genleridir. Numunelerde hedef genlerde amflikasyon görülmemiştir. 13.08.2010 tarihli 27671 sayılı Resmi Gazete'de yayımlanan, Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmalar ve Ürünlerine Dair Yönetmeliğin, "Yasaklar" bölümünde "GDO ve ürünlerinin bebek mamaları ve bebek formülleri, devam mamaları ve devam formülleri ile bebek ve küçük çocuk ek besinlerinde kullanılması yasaktır" denmektedir [GDO lu ürünler yönetmeliği]. Bu sebeple numunelerin GDO tarama sonuçları mevzuata uygundur.

EB kontrolüne ait amflikasyon eğrileri incelendiğinde, tNOS gen bölgesinde düşük seviyede kontaminasyon olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.4). Numunelerde tNOS için amflikasyon gözlenmediği için, EB kontrolünde görülen bu amflikasyonun "yanlış pozitif" olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Angonesi Brod, F. C. ve ark. 2005 yılında yaptıkları çalışmada, Breziya'da bebek formüllerinde genetiği değiştirilmiş soya taraması yapmıştır. Bebek formüllerinde soya izole edilmiş ancak, genetiği değiştirilmiş soya saptanamamıştır [4].

Arun, Ö. Ö. ve ark. 2013 yılında yayımlanan çalışmalarında, Türkiye'de farklı ürünlerde yaptığı, PCR yöntemi ile genetiği değiştirilmiş soya ve mısır taramasında, devam formülü numunelerinde p35S ve tNOS genlerine rastlamamışlardır [47].

Turkec, A. ve arkadaşları 2016 yılında yayımlanan çalışmalarında, Türkiye'de 10 adet devam formülü numunesinde p35S, tNOS, pFMV, bar ve GDO'lu soya taraması yapmışlardır. Tarama sonucunda izgenlere ve GDO'lu soyaya rastlanmamıştır [62].

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada 2011 yılında Türkiye'de, 5 mama üreticisi firmanın Bebek Sütü ve Bebek Devam Sütü numunelerinde p35S, tNOS ve pFMV iz genleri taraması yapılmıştır.

GDO taramasına alınacak numunelerin genel besin bileşimlerinin belirlenmesi ve numunelerin tanımlanması amacı ile %Kül, % Rutubet, Toplam Yağ, Protein ve Karbonhidrat analizleri yapılmıştır.

Karbonhidrat miktarı yönünden B ve H kodlu numunelerin yasal limitlerin üzerinde karbonhidrat içerdiği belirlenmiştir.

Protein miktarı yönünden A, B ve C kodlu numunelerin yasal limitlerin altında olduğu saptanmıştır.

Numunelerin hiçbirisinde GDO'lu ürün tespit edilememiştir. Sonuç olarak numunelerin GDO'lu ürünler yönetmeliğine uygun olduğu söylenebilir.

Çalışmanın, tüketiciler arasında, GDO'lu ürünler hakkında bilgi eksikliğini gidermeye yardımcı olacağı düşünülmektedir. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı tarafından yıllık olarak uygulanan Resmi Denetim Programı kapsamında GDO taraması analizleri yapılsa da sonuçların tüketicilerle yeteri kadar paylaşılmamasının, bu gibi bilimsel taramalara ihtiyacı arttırdığı söylenebilir.

GDO analizlerinin, gerekli bütçe sağlandığı taktirde, daha çeşitli ve daha fazla numune sayılı tarama yelpazesinde yapılmasının, toplumda GDO'lu olduğu düşünülen numunelere karşı ön yargıları gidereceği düşünülmektedir. Özellikle son yıllarda iz genler kullanılmadan da GDO'lu ürün üretimine izin verildiği göz önüne alınırsa, bitkiye (bitki spesifik) ve türe (event-tür spesifik) özgü tarama analizlerinin de bilimsel araştırmalarda kullanılması uygun olacaktır.

KAYNAKLAR

[1]. Anonim, “Bebek Formülleri Tebliği” Resmi Gazete, 2014/31, 15.08.2014

[2]. Anonim, “Devam Formülleri Tebliği” Resmi Gazete, 2014/32, 15.08.2014

[3]. Anonim, “Baby Formula” http://www.madehow.com/Volume-4/Baby-Formula.html, (14.06.2013)

[4]. Brod, F. C. A. & Ferrari, C. D. S(2007). Nested PCR Detection of Genetically Modified Soybean in Soybean Flour, infant Formula and Soy Milk. *LWT*, 40, 748-751

[5]. Morales, V. & Olano, A. (2004), Ratio of Maltose To Maltulose and Furosine as Quality Parameters for Infant Formula. *J. Agric. Food Chem*. 52, 6732-6736

[6]. Nasirpour, A., Scher, J. & Desorby, S. (2006), Baby Foods: Formulations and Interactions (A Review). *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 46, 665-681

[7]. Alvarez, E., Cancela, A. & Maceiras, R. (2005), Rheological Behavior of Powdered Baby Foods. *International Journal Of Food Properties*, 8, 79-88

[8]. McCarthy, N. A. & Gee, L. V. (2013), Effect of protein content on the physical stability and microstructure of a model infant formula. *International Dairy Journal*, 29, 53-59

[9]. Abdel-Salam, Z., Sharnoubi, J. A. & Harith, M. A. (2013), Qualitative evaluation or maternal milk and commercial infant formulasvia LIBS. *Talanta*, 15:422-432

[10]. Alpsan, A. F. (2008) *Bebek Mamalarında Mevcut Lisin ve Laktuloz Değerlerinin Belirlenmesi* Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir

[11]. Li, H. & Zhu, K. (2011), Effects of High Hydrostatic Pressure on Some Functional and Nutritional Properties of Soy Protein Isolate for Infant Formula. *J. Agric. Food Chem*., 59, 12028-12036

[12]. Çelik, V. & Balık, D. T. (2007), Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23 (1-2), 13-23

[13]. Jovani, M. & Barbera, R. (2001), Review: Effect of Some Components of Milk and Soy Based Infant Formulas on Mineral Bioavailability. *Food Sci Tech Int*. 7(3), 191-198

[14]. Tokatlı, N. (2009), Yüksek Lisans Tezi. *Farklı Formülasyonlarda Üretilen Bebek Mamalarının Bileşimi, Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri ve Enterobacter sakazakii Varlığının Belirlenmesi.* Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ

[15]. Ergun, F. & Ergun, Ö. (1994). Ülkemizde Tüketime Sunulan Yerli ve İthal Bebek Mamalarının Genel Mikrobiyolojik Kaliteleri ve Bazı Patojenlerin Varlığı Yönünden İncelenmesi, *Gıda*, 19(6), 373-376

[16]. Branquinho, M. R. & Ferreira, R. T. B. (2010), Survey of Compliance with Labeling Legislation in Food Containing GMOs in Brazil. *Journal Of Food Composition And Analiysis*, 23, 220-225

[17]. Tan, B. (2005), Yüksek Lisans Tezi. *A Dynamic Analysis Of Long Term Impacts Of Genetically Modified Crops On Agriculture*. Boğaziçi Üniversitesi Endüstri Mühendisliği, İstanbul

[18]. Ertuğrul, E. (2006) *Development and Application of Techniques on Molecular Analysis of Genetically Modified Foods*. Yüksek Lisans Tezi. Sabancı Üniversitesi, İstanbul

[19]. Ezerskis, Z. & Pastorelli, S. (2007), Survey of 2-ethylhexanoic acid in baby food. *Food Additives and Contaminants*, 24(7), 792-797

[20]. Schecter, A. & Wallace, D. (2002), Dioxins in Commercial United States Baby Food. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 65, 1937-1943

[21]. Hackenberg, R. & Stachel, C. (2013), Preparation of Test Material and Evaluation of a Proficiency Test for Official Food Control Laboratories on the Determination of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Baby Food. *Polycyclic Aromatic Compounds*, 33, 20-30

[22]. Mesias, M. & Hernandes, E. (2012), Furan content in Spanish baby foods and its relation with potential precursors. *Journal of Food*, 01, 1-6

[23]. Haspolat, I. (2012), Genetiği değiştirilmiş organizmalar ve biyogüvenlik. *Ankara Üniv. Vet. Fak. Derg.*, 59, 75-80

[24]. Borchers, A. & Teuber, S. (2010), Food Safety. *Clinic Rev Allerg Immunol*, 39, 95-141

[25]. Kulaç, İ. & Ağırdil, Y. (2006), Sofralarımızdaki Tatlı Dert, Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Halk Sağlığına Etkileri. *Türk Biyokimya Dergisi*, 31(3), 151-155

[26]. Kulikov, A. M. (2005), Genetically Modified Organisms and Risks Of Their Introduction. *Russian Journal of Plant Physiology*, 52(1), 115-128

[27]. Domingo, J. L. & Bordonaba, J. G. (2011), A literatüre review on the safety assessment on genetically modified plants. *Environment International*, 37, 734-742

[28]. Park, K. W. & Lee, B. (2010), Monitoring The Occurrence of Genetically Modified Maize at Grain Receiving Port and Along Transportation Routes in the Republic of Korea. *Food Control,* 21, 456-461

[29]. Anonim (2013). *Genetically modified plants: Global cultivation on 174 million hectares.* 15.03.2014 tarihinde http://www.gmo-compass.org/eng/agri_biotechnology/gmo_planting/257.global_gm_planting_2013.html adresinden erişildi

[30]. Nardalı, S. & Kartal, B. (2005), Tüketicilerin Korunması ve Tarımda Verimlilik Açısından Genetik Olarak Değiştirilmiş Organizmalar (GDO) Sorunu. *Celal Bayar Üniv. Derg.* 6(24), 183-195

[31]. James, C. (2015). *Distribution of Biotech Crops in Industrial and Developing Countries.* 30 Kasım 2016 tarihinde http://www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/16/default.asp adresinden erişildi

[32]. Özdemir, O. & Duran. M. (2010), Biyoteknolojik Uygulamalara ve Genetiği Değiştirilmiş Organizmalara (GDO) İlişkin Tüketici Davranışları. *Akademik Gıda* 8(5), 20-28

[33]. Kaynar, P. (2009), Genetik Olarak Değiştirilmiş Organizmalar (GDO)'ya Genel Bir Bakış. *Türk Hijyen ve Deneysel Biyoloji Dergisi*, 66(4), 177-185

[34]. Dona, A. & Arvanitoyannis, I. (2009), Health Risks of Genetically Modified Foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49, 164-175

[35]. Loots, L. (2007), Women, food and biopolitics: Gender debates for southern Africa. *Agenda*, 21(73), 79-91

[36]. Bostan, A. & Gün, S(2013)., Türkiye'de Genetiği Değiştirilmiş Gıda ve Yem Konusunda Mevzuat Uygulamaları ve Denetimler. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 10(1), 90-98

[37]. Sperling, D. (2010), Food Law, Ethics, and Food Safety Regulation: Roles, Justifications, and Expected Limits. *J Agric Environ Ethics*, 23, 267-278

[38]. Anonim, "Biyogüvenlik Kanunu" Resmi Gazete, 5977, 26.03.2010

[39]. Şenyuva, H., Gilbert, J. & Sincer, E. (2011), "Gıda Zincirindeki Genetiği Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Analizi" 15.09.2011 tarihinde www.foodlifeint.com/images/userfiles/files/GDO%20analizi.pdf adresinden erişildi.

[40]. Anonim, (2016). *Co-integrated Vectors*. 01.12.2016 tarihinde http://www.bios.net/daisy/AgroTran/g1/850.html adresinden erişildi

[41]. Kaya, M. & Karakoç, Ş. (2010), Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar ve Analiz Yöntemleri. *UGRL Dergisi*, 1(1), 21-29

[42]. Ahmed, F. E. (2002), Detection of Genetically Modified Organisms in Foods. *TRENDS in Biotechnology* 20(5): 215-223

[43]. Uzun, A. (2002), Gen Teknolojisi ve Biyogüvenlik. *Alatarım*, 1(2), 23-30

[44]. Kıran, F. & Osmanağaoğlu, Ö. (2011), Gıdalarda Genetik Yapısı Değiştirilmiş Organizmaların (GDO) Belirlenmesi. *Gıda*, 36(5), 295-302

[45]. Gryson, N. (2010), Effect of food processing on plant DNA degradation and PCR-based GMO analysis: a review. *Anal Bioanal Chem*, 396, 2003-2022

[46]. Gaudio, S. & Cirillo, A. (2010), A preamplification approach to GMO detection in processed foods. *Anal Bioanal Chem*, 396, 2135-2142

[47]. Arun, Ö. Ö., Yılmaz, F. & Muratoğlu, K. (2013), PCR detection of genetically modified maize and soy in midly and highly processed foods. *Food Control*, 32, 525-531

[48]. Kumar, R. (2011), A Quantitative Immunopolymerase Chain Reaction Method for Detection of Vegetative Insecticidal Protein in Genetically Modified Crops. *J. Agric. Food Chem*. 59, 10448-10453

[49]. Zhang, C. & Xu, W. (2011), Universal Primer-Multiplex-Polymerase Chain Reaction (UP-M-PCR) and Capillary ElectrophoresisLaser-Induced Fluorescence Analysis for the Simultaneous Detection of Six Genetically Modified Maize Lines. *J. Agric. Food Chem*. 59, 5188-5194

[50]. Dinon, A. Z. & Brod, F. C. A. (2012), Primers and Probes Development for Specific PCR Detection of Genetically Modified Common Bean (*Phaseolus vulgaris*) Embrapa 5.1. *J. Agric. Food Chem.*, 60, 4672-4677

[51]. Lipp, M. & Bluth, A. (2001), Validation of a method based on polymerase chain reaction fort he detection of genetically modofied organisms in vaious processed foodstuffs. *Eur Food Res Technol*, 212, 497-504

[52]. Elsanhoty, R., Ramadan, M. F. & Jany, K. D. (2011), DNA extraction methods for detecting genetically modified foods: A comparative study. *Food Chemistry*, 126, 1883-1889

[53]. Ota, H. & Lim, T. (2006), Automated DNA extraction from genetically modified maize using aminosilane-modified bacterial magnetic particles. *Journal of Biotechnology* 125, 361-368

[54]. Berdichevets, I., Shimishilasvii, H., Gerasymenko, I., Sindarovska, Y., Sheludko, Y. & Goldenkova-Pavlova, I. (2010), Multiplex PCR assay for detection of recombinant genes encoding fatty acid desaturases fused with lichenase reporter protein in GM plants. *Anal Bioanal Chem*, 397, 2289-2293

[55]. Su, W., Siyang, S., Long, M. & Liu, G. (2003), Multiplex polymerase chain reaction/membrane hybridization assay for detection on genetically modified organisms. *Journal of Biotechnology*, 105, 227-233

[56]. TS 11729 "Çocuk Maması Analiz Metotları – Karbonhidrat Tayini", (1995)

[57]. TS 1511 "Tahıllar ve Öğütülmüş Tahıl Ürünleri-Toplam Kül Muhtevası Tayini", (2000)

[58]. Anonim, "Crude Protein in Meat and Meat Products Including Pet Foods" AOAC Official Method 992.15 (2000)

[59]. TS 4967 "Tahıl ve Tahıl Ürünleri Toplam Yağ Miktarı Tayini", (1986)

[60]. Biotecon Foodproof GMO Screening Kit (35s, NOS, BAR, FMV) 5 Nuclease, Ver. 2 (2010)

[61]. Somma, M. (2006). Gıda Örneklerinde Genetiği Değiştirilmiş Organizma Analizleri Kurs Kitabı. Querci, M., Jermini, M. & Eede, G. V. (Ed.), *DNA Ekstraksiyonu ve Saflaştırması* (Yılmaz, R., Eyidoğan, F., Öz, M. T., Yücel, M. & Öktem, H. A. Çev.) İçinde Böl. 4

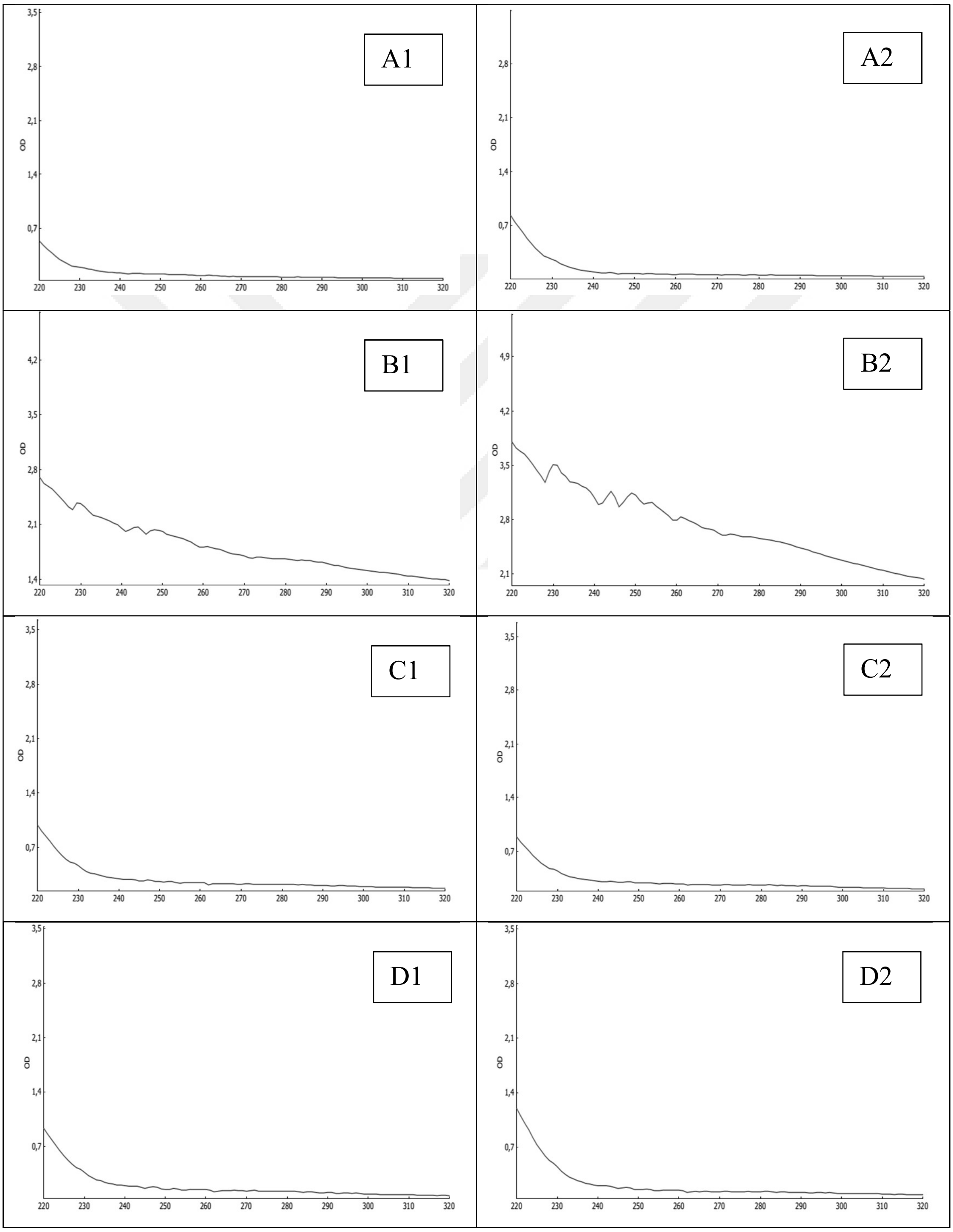
[62]. Turkec, A., Lucas, J.S., Karlık, E. (2016). Monitoring the prevalence of genetically modified (GM) soybean in Turkish food and feed products. *Food Control.* 59, 766-772.

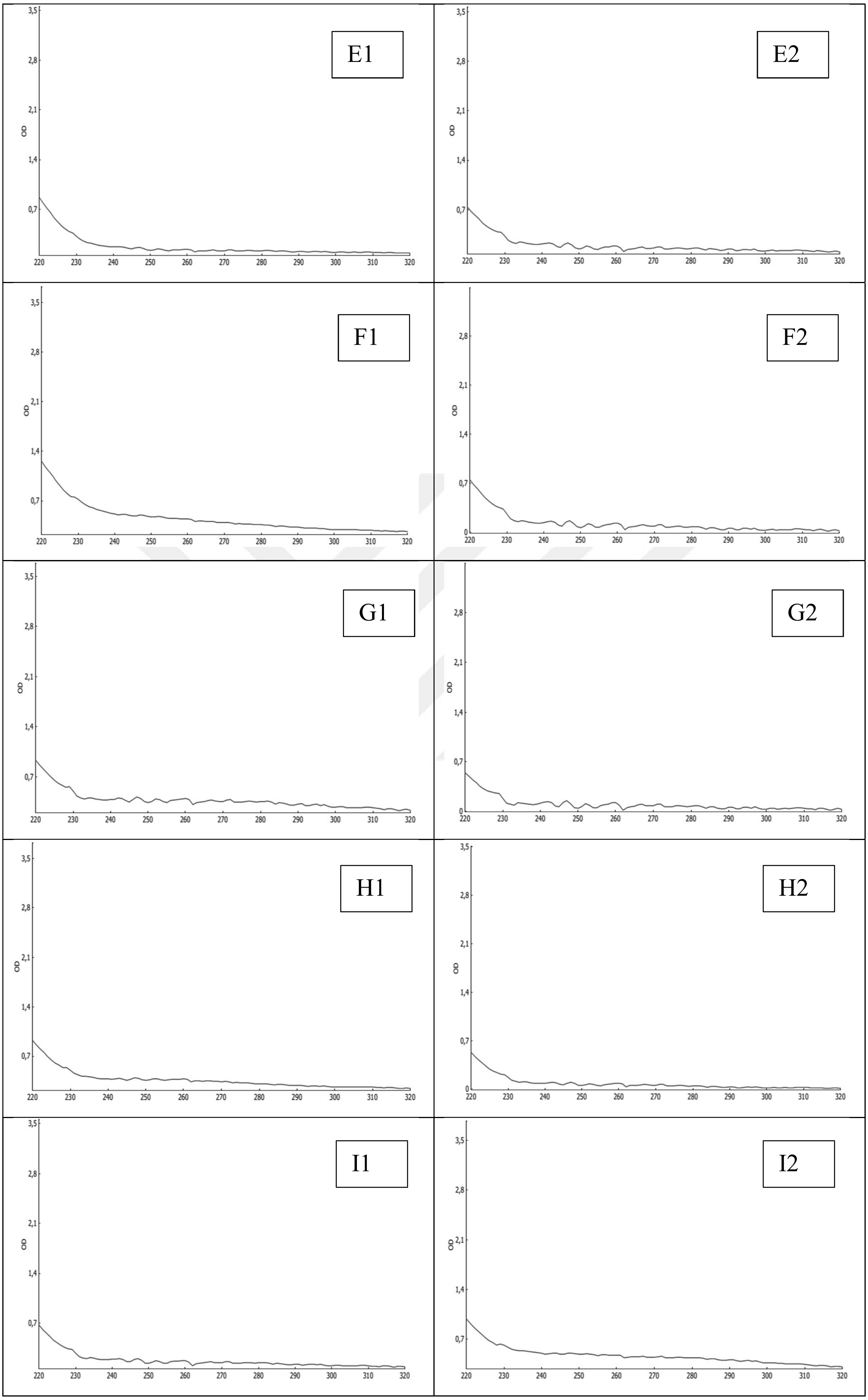
[63]. Roche Magnapure Compact Nucleic Acid Isolation Kit I, Ver. Mart 2007

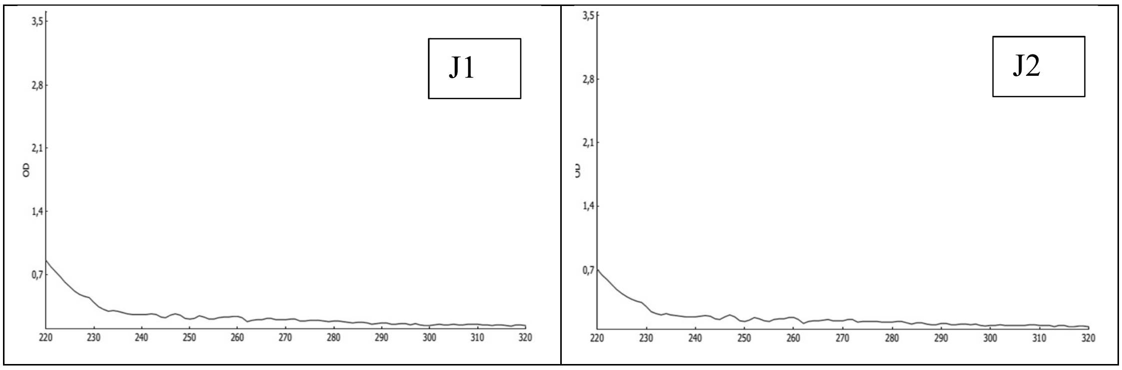
[64]. Türk Gıda Kodeksi Etiketleme Yönetmeliği, 29.12.2011 tarih ve 28157 sayılı Resmi Gazete

EKLER

Ek-1 DNA izolatlarının spektrumları (Dalga Boyu (nm); Optik Yoğunluk (OD))




E1
E2
F1
F2
G1
G2
H1
H2
I1
I2
OD
3,5
2,8
2,1
1,4
0,7
0
220
230
240
250
260
270
280
290
300
310
320


J1
OD
3,5
2,8
2,1
1,4
0,7
220 230 240 250 260 270 280 290 300 310 320
J2
3,5
2,8
2,1
1,4
0,7
220 230 240 250 260 270 280 290 300 310 320

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı : Erdem ARTUVAN

Doğum Tarihi : 02 Nisan 1980

E-mail : erdem_artuvan@yahoo.com

Öğrenim Durumu :

Derece	**Bölüm/Program**	**Üniversite**	**Yıl**
Lisans	Gıda Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	1998-2002
Yüksek Lisans	Gıda Mühendisliği	Mersin Üniversitesi	2003-
Doktora			

Görevler :

Görev Ünvanı	**Görev Yeri**	**Yıl**
Gıda Denetçisi	Mersin İl Tarım Müdürlüğü	2004-2005
Mühendis	Mersin Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürlüğü	2005-

ESERLER (Makaleler ve Bildiriler)

1. Gizir, A. M., Turker, N., **Artuvan, E.** (2008) Pressurized acidified water extraction of black carrot [*Daucus carota* ssp. *sativus* var. *atrorubens*Alef.] anthocyanins. *Res. Technol* 226:363

2. Turker, N. Aksay, S. Istanbullu, O, **Artuvan, E.** (2007) A Study On The Relation Between Anthocyanin Content And Product Quality: Shalgam As A Model Beverage. *Journal of Food Quality.* 30(6): 953-969